

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE **15/93**

ERKKI KEMPPAINEN, ANTTI JAAKKOLA ja PAAVO ELONEN

**Peltomaiden kalkitustarve ja
kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon**

ERKKI KEMPPAINEN¹⁾, ANTTI JAAKKOLA²⁾ ja PAAVO ELONEN³⁾

**Peltomaiden kalkitustarve ja
kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon**

(Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass)

¹⁾Maatalouden tutkimuskeskus
Kainuun tutkimusasema
88600 SOTKAMO
Puh. (986) 666 1741

²⁾Helsingin yliopisto
Soveltavan kemian ja
mikrobiologian laitos
PL 27
00014 HELSINGIN YLIOPISTO

³⁾Maatalouden tutkimuskeskus
Kasvintuotannon tutkimuslaitos
Maanviljelyskemian ja -fysiikan
tutkimusala
31600 JOKIOINEN

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	5
SUMMARY	6
1 JOHDANTO	7
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	7
3 TULOKSET	8
3.1 Kalkitustarvekokeet	8
3.2 Kalkkimääräkokeet	9
3.2.1 Vaikutus satoon ja maahan, keskiarvot	9
3.2.2 Sadonlisäyksen riippuvuus maan alkuperäisestä happamuudesta	10
3.2.3 Maan alkuperäinen happamuus ja kalkituksen aiheuttama pH:n nousu	11
3.2.4 Maan pH:n nousu käytettyä kalkkitonnia kohden ja eri maiden kalkitustarve	11
3.2.5 Kalkitusvaikutuksen kesto ja eri kalkkimäärien vaikutus satoon	12
3.2.6 Kalkituksen koekohtainen kannattavuus	13
4 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT	14
4.1 Viljasadot	14
4.2 Nurmisadot	16
4.3 Sadon laatu	17
4.4 Maan ominaisuudet	17
4.5 Kalkituksen vaikutusaika	18
KIRJALLISUUS	19
TAULUKOT 1–15	21
KUVAT 1–28	31
LIITTEET	
KUVALIITTEET	

KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A ja ELONEN P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. (*Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.*) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 15/93. 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvallitettä.

TIIVISTELMÄ

Maatalouden tutkimuskeskuksen tutkimusasemilla toteutettiin vuosina 1982–1991 kaksi koesarjaa, joissa selvitettiin kalkituksen vaikutusta kevätiljojen sekä apilapitoisen nurmen satoon. Ensimmäisessä koesarjassa (28 koetta) kalkin käyttömäärät olivat 0 ja 8 t/ha ja kokeet olivat kaksivuotisia. Toisessa koesarjassa (16 koetta) kalkin käyttömäärät olivat 0, 4, 8 ja 12 t/ha ja kokeet olivat pisimmillään kahdeksanvuotisia. Koevuosien lukumäärä oli kaikkiaan 164.

Kun kokeissa viljeltiin maan happamuuden suhteen keskivaateliaita kevätiljalajikkeita, kahdeksan tonnin kalkituksella saatiin sadonlisäystä savimailla pH-arvoon 6,20 saakka, muilla kivennäismailla pH-arvoon 5,85 saakka ja eloperäisillä mailla pH-arvoon 5,20 saakka. Saponlisäys tämän pH-arvon alapuolella oli 50–100 kg/ha/0,1 pH-yksikköä. Maan happamuuden suhteen vaateliat kevätiljalajikkeet tuottivat sadonlisäystä noin 0,5 yksikköä korkeampaan pH-arvoon saakka.

Apilanurmea viljeltäessä kahdeksan tonnin kalkituksella saatiin savimailla sadonlisäystä pH-arvoon 5,80 saakka, ja sadonlisäys tämän pH-arvon alapuolella oli noin 250 kg/ha/0,1 pH-yksikköä. Muilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla apilapitoisen nurmen kalkitustulokset jäivät niin vähäisiksi, ettei niiden perusteella voitu laskea vastaavia riippuvuuksia.

Kalkituksella oli keskimäärin vain vähäinen vaikutus viljasadon laatuun (1 000 s.p., hehtolitrapaino, raakavalkuaispitoisuus), mutta hyvin selvä vaikutus nurmen kalsium- ja magnesiumpitoisuuteen (dolomiittikalkki). 8–12 tonnin kalkitus hehtaaria kohden kohotti nurmirehun kalsiumpitoisuutta 0,5 g/kg (10 %) ja magnesiumpitoisuutta 0,3 g/kg (20 %).

Pitkäaikaisissa kalkkimääräkokeissa tonni kalkkia kohotti savimaiden muokkauskerroksen pH-arvoa keskimäärin 0,05 yksikköä, muiden kivennäismaiden pH-arvoa 0,07 yksikköä ja eloperäisten maiden pH-arvoa 0,03 yksikköä. Kalkitus kohotti myös selvästi muokkauskerroksen kalsium- ja magnesiumpitoisuutta. Kalkituksella oli hyvin selvä vaikutus jankon pH-arvoon sekä kalsium- ja magnesiumpitoisuuteen.

Pisimmillään kahdeksan vuotta kestäneissä kalkkimääräkokeissa ei voitu todeta yhtenäistä kalkitusvaikutuksen pienenemistä satojen eikä maa-analyysienkään perusteella.

SUMMARY

EFFECT OF LIMING ON YIELD OF CEREALS AND GRASS

The effect of liming on the yield of cereals and red clover-grass mixture was studied in two series of field experiments conducted at various research stations of the Agricultural Research Centre of Finland during 1982–1991. In the first series of experiments (28 experiments) the effect of 8 tons of lime/ha was compared to untreated plots during two years. In the second series (16 experiments), the lime rates were 0, 4, 8, and 12 tons/ha and the experiments lasted a maximum of eight years. The experimental years totalled 164.

In the case of cereals with a medium tolerance to soil acidity, yield increase by 8 tons of lime/ha was obtained up to pH 6.20 on clay soils, up to pH 5.85 on coarser mineral soils and up to pH 5.20 on organogenic soils. The yield increase below these pH values was 50–100 kg/ha/0.1 pH unit. Cereals with a low tolerance to soil acidity gave yield increase up to about 0.5 unit higher pH values.

In the case of clover-grass mixture, yield increase by 8 tons of lime/ha was obtained up to pH 5.80 on clay soils and below this pH value the yield increase was about 250 kg/ha/0.1 pH-unit. The liming results for coarser mineral and organogenic soils were too few and therefore corresponding dependencies could not be calculated.

Liming only slightly affected grain quality (1 000 seed weight, hectoliter weight, raw protein content). However, it had a considerable effect on the calcium and, in the case of dolomitic limestone, on the magnesium content of grass forage. The calcium content increased 0.5 g/kg (10 %) and magnesium content 0.3 g/kg (20 %) by 8–12 tons of lime/ha.

On average, one ton of lime raised the pH value by 0.05 unit in clay surface soils, 0.07 unit in coarser mineral soils, and 0.03 unit in organogenic soils. Liming also clearly increased the calcium and magnesium contents of the surface soil. Liming raised the pH value and the calcium and magnesium contents of the subsoil.

The effect of liming on yields or soil properties did not decrease during the eight experimental years.

(Key words: soil acidity, grain quality, grass forage quality)

1 JOHDANTO

Maassamme on käytössä maa- ja kasvilajikohtaiset kalkitussuositukset, jotka perustuvat viljelymaasta mitattuun pH-arvoon (Viljavuuspalvelu 1990). Nämä suositukset on laadittu pääosin Suomessa 1920–1960-luvuilla tehtyjen kalkituskokeiden pohjalta (HONKAVAARA 1938, 1951, TUORILA ym. 1939, TUORILA 1946, KÖYLJÄRVI 1966, KERÄNEN ja MARJANEN 1970, 1972, KERÄNEN ja HONKAVAARA 1972).

Maataloudessamme on kuitenkin tapahtunut viime vuosikymmeninä niin suuria muutoksia, että on alettu epäillä niiden jo verraten vanhojen suositusten soveltuvuutta nykyiseen viljelyyn. Merkittävimpiä muutoksia tässä suhteessa ovat olleet yleinen satotason nousu, lisääntynyt lannoitus, lannoitteiden ominaisuuksissa tapahtuneet muutokset, happaman laskeuman kasvu sekä viljeltävissä kasvilajeissa ja -lajikkeissa tapahtuneet muutokset. Tämän tutkimuksen tavoite oli selvittää viljelymaidemme nykyistä kalkitustarvetta ja erityisesti sitä, ovatko nykyisin käytössä olevat kalkitussuositukset ajan tasalla.

Tekijät haluavat ilmaista parhaimmat kiitoksensa tutkimuksen kustannuksiin osallistuneelle Kalkitusyhdistykselle sekä tutkimusasemilla kokeita johtaneille Jaakko Köylijärvelle, Tapani Kangasmäelle, Sirkka-Liisa Hiivolalle, Mauri Takalalle, Martti Vuoriselle, Kalevi Virrille, Erkki Huokunalle, Pirjo Dalmanille, Paavo Simojolle, Reijo Heikkilälle, Harri Huhdalle, Elsi Ettalalle, Kalle Rinteelle, Aulis Järvelle, Heikki Hakkolalle sekä Tadeusz Aniszewskille.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksen aineisto koostuu kahdesta koesarjasta. Ensimmäinen koesarja ”Kalkitustarvekokeet” käsittää 28 kaksivuotista kenttäkoetta, jotka toteutettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen tutkimusasemilla yhtäaikaaisesti vuosina 1982–1983 (Taulukko 1). Tämän koesarjan tarkoitus oli yhtäältä selvittää yleisemmin kalkituksen tarvetta ja toisaalta etsiä toista koesarjaa varten sopivia maita.

Kalkitustarvetta tutkittiin vertaamalla toisiinsa kalkitsematonta ja kalkittua (8 t/ha) koejäsentä. Kerranteiden lukumäärä oli neljä. Kalkitusaineena käytettiin paikallisten olosuhteiden mukaan joko dolomiitti- tai kalsiittikalkkia. Koekasvina kaikissa kokeissa oli ohra. Kokeista määritettiin maan viljavuus ennen koetta ja kokeen jälkeen, ohran sato ja sadon laatu (1 000 s.p., hehtolitrapaino ja raakavalkuaispitoisuus). Kaikkia määrittämiä ei kuitenkaan tehty kaikista kokeista. Tiedot yksittäisistä kokeista on koottu liitteisiin 1–13.

Toinen koesarja ”Kalkkimääräkokeet” käsittää 16 kenttäkoetta, jotka toteutettiin vaihtelevanpituisina Maatalouden tutkimuskeskuksen tutkimusasemilla vuosina 1984–1991 (Taulukko 1). Tämän koesarjan tavoitteena oli selvittää, ovatko käytössä olevat mutta jo sangen vanhoihin kokeisiin perustuvat kalkitussuositukset käyttökelpoisia nykyisessä voimaperäisessä viljelyssä.

Kalkkimääräkokeissa koejäsenenä olivat kalkitsemattoman ohella seuraavat kalkitustasot: 4 t/ha, 8 t/ha ja 12 t/ha. Kerranteiden lukumäärä oli neljä. Kalkitusaineena käytettiin paikallisten olosuhteiden mukaan joko kalsiitti- tai dolomiittikalkkia. Kaikissa kokeissa viljeltiin viljaa, pääasiassa ohraa. Kymmenessä kokeessa viljeltiin viljan lisäksi myös puna-apila-timoteinurmea. Useimpia nurmia viljeltiin apilapitoisen nurmen tapaan hyvin niukalla typpilannoituksella.

Kokeista määritettiin maan viljavuus ennen koetta ja vaihtelevin välein kokeen aikana, viljan sato ja sen 1 000 siemenen paino, hehtolitrapaino ja raakavalkuaispitoisuus sekä nurmen sato, kasvila-

jikoostumus ja sen kalsium-, kalium-, magnesium-, fosfori- ja raakavalkuaispitoisuus. Kaikkia määrittäyksiä ei kuitenkaan tehty kaikista kokeista. Tiedot yksittäisistä kokeista on koottu liitteisiin 14–29.

Kainuun tutkimusasemalla vuosina 1984–1987 ollut kalkkimääräkoel osoittautui tuloksiltaan niin epämääräiseksi, että se jätettiin pois kalkkimääräkoeliden yhteenvetotulosten laskennasta. Tämän kokeen alkuperäiset tulokset ovat kuitenkin liitteessä 29.

Kalkituksen vaikutus maan ominaisuuksiin laskettiin eri näytteenottokertojen keskiarvojen perusteella. Kunkin näytteenottokerran osalta kalkituksen vaikutus saatiin vähentämällä kalkitun koejäsenen lukemasta kalkitsemattoman koejäsenen lukema ja tästä erotuksesta edelleen se ero, joka kyseisillä koejäsenillä oli ollut koetta perustettaessa. Tulokset osoittavat siten mahdollisimman tarkasti kalkituksen vaikutusta

Kokeissa viljeltiin monia eri ohralajikkeita ja joissakin myös vehnää ja kauraa. Kun eri kasvien vaateliaisuus pH:n suhteen haluttiin ottaa yhdeksi jaotteluperusteeksi, eri viljat ryhmiteltiin KÖYLJÄRVEN (1991, suullinen tieto joulukuun 1992) jaottelun mukaan seuraavasti:

Luokka 1. Vaatimattomat

Kaura

Ohra: Arra, Arve, Otra, Pohto, Silja

Luokka 2. Keskivaateliaat

Kevätvehnä

Ohra: Hjan Eero, Etu, Ida, Hjan Pokko, Pomo

Luokka 3. Vaateliaat

Ohra: Agneta, Kustaa

Maan happamuuden suhteen vaatimattomat kasvit saivat pisteytyksessä yhden pisteen, keskivaateliaat kaksi pistettä ja vaateliaat kolme pistettä. Kun samassa kokeessa viljeltiin eri vuosina eri viljalajikkeita tai jopa eri viljalajeja, kullekin kokeelle laskettiin viljan keskimääräinen vaativuus. Koekohtaiseksi viljan vaativuudeksi saatiin siten liukuvasti 1,00–3,00.

Tilastollinen riippuvuus on tekstissä ja taulukoissa merkitty tähdillä. Yksi tähti tarkoittaa, että riippuvuus on merkitsevä 5 %:n riskillä, kaksi tähteä tarkoittaa riippuvuutta 1 %:n riskillä ja kolme tähteä riippuvuutta 0,1 %:n riskillä. Lyhenne n.s. tarkoittaa, ettei riippuvuus ole merkitsevä 5 %:n riskillä. Nurmisadot ilmaistaan kuiva-aineena ja viljasadot laskettuna 15 %:n kosteuspitoisuuteen.

Yhteenvetotuloksia laskettaessa kokeet on jaoteltu savimaihin, muihin kivennäismaihin ja elope räisiin maihin. Tässä julkaisussa referoidut nykyiset kalkitussuositukset on saatu oppaasta ”Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä” (Viljavuuspalvelu 1992).

3 TULOKSET

3.1 Kalkitustarvekokeet

Kalkitus (8 t/ha) kohotti ohran jyväsatoa keskimäärin 270 kg/ha (Taulukko 2). Jyväsadon lisäys oli suurin savimailla ja pienin muilla kivennäismailloilla. Kalkitus kohotti kaikilla mailla ohrasadon

1 000 siemenen painoa ja hehtolitrainoa hieman. Raakavalkuaispitoisuutta kalkitus kohotti hieman kivennäismailla, mutta pienensi sitä eloperäisillä mailla.

Kalkitus kohotti maan pH-arvoa keskimäärin 0,23 yksikköä ja maan viljavuusanalyysin mukaista kalsiumpitoisuutta 180 mg/l. Kalkitus dolomiittikalkilla kohotti maan magnesiumpitoisuutta keskimäärin 50 mg/l. Kalkituksella ei ollut vaikutusta maan viljavuusanalyysin mukaiseen kaliumpitoisuuteen, mutta se kohotti hieman muiden kivennäismaiden fosforipitoisuutta ja laski hieman eloperäisten maiden fosforipitoisuutta.

Aineistosta lasketut korrelaatiot osoittavat, että kalkituksella saatu sadonlisäys oli sitä suurempi mitä pienempi oli ilman kalkitusta saatu sato (Taulukko 3). Tämä riippuvuus oli selvin muilla kivennäismailla. Kalkituksella saatu sadonlisäys korreloi maan ominaisuuksista selvimmin pH:n ja kalkituksen aiheuttaman pH:n nousun kanssa.

Korrelaatiot osoittivat myös, että kalkituksella saatu sadonlisäys oli etenkin kivennäismailla sitä suurempi mitä vaativampaa ohralajiketta kokeissa viljeltiin. Kalkituksella saatu sadonlisäys merkitsi samalla 1 000 siemenen painon ja hehtolitrainon kasvua mutta raakavalkuaispitoisuuden laskua.

Kalkituksella saadun sadonlisäyksen riippuvuutta maan alkuperäisestä pH-arvosta testattiin erilaisilla polynomisilla ja logaritmisilla yhtälöillä. Parhaiten savimaiden ja muiden kivennäismaiden kalkitustuloksia selitti toisen asteen yhtälö ($\text{sadonlisäys} = a + b \cdot \text{pH} + c \cdot \text{pH}^2$). Eloperäisten maiden kalkitustuloksia ensimmäisen ja toisen asteen yhtälöt selittivät suurin piirtein yhtä hyvin.

Toisen asteen yhtälön käyttö johti kuitenkin savimailla ja muilla kivennäismailla siihen, että kuvaajan minimiarvo (muilla kivennäismailla jopa selvästi negatiivinen) osui sangen alhaiselle pH-tasolle (5,7–5,8). Kalkituksen vaikutus näytti nousevan siitä selvästi maan pH:n edelleen kohottessa. Tämän vuoksi katsottiin näidenkin maiden osalta parhaaksi käyttää ensimmäisen asteen yhtälöä. Kaikki ensimmäisen asteen yhtälötkin kuvasivat havaintotuloksia yli 95 %:n luotettavuudella.

Todettakoon, että yhtälöiden (etenkin logaritmisten) selityskykyä olisi voitu huomattavasti parantaa jättämällä tarkastelusta pois muutama poikkeava mittaustulos. Tätä ei kuitenkaan haluttu tehdä, vaan yhtälöt laskettiin kaikkien mittaustulosten perusteella.

Ensimmäisen asteen yhtälön mukaan laskettuna kalkituksella saatiin sadonlisäystä pH-arvoa 6,15 happamammilla savimailla, pH-arvoa 5,86 happamammilla muilla kivennäismailla ja pH-arvoa 5,19 happamammilla eloperäisillä mailla (Taulukko 4). Taulukkoon on merkitty myös kalkituksella odotettavissa oleva vuosittainen sadonlisäys happamuudeltaan erilaisilla mailla. Kalkituksen vaikutus ohran satoon happamuudeltaan erilaisilla mailla esitetään kuvissa 1–4.

Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen riippui maan alkuperäisestä pH-arvosta merkitsevästi vain eloperäisillä mailla, joilla tätä yhteyttä kuvaava korrelaatiokerroin oli $-0,98^{**}$ (Kuva 5). Savimailla korrelaatiokerroin oli $-0,07^{n.s.}$ ja muilla kivennäismailla $-0,49^{n.s.}$.

3.2 Kalkkimääräkokeet

3.2.1 Vaikutus satoon ja maahan, keskiarvot

Kalkkimääräkokeissa 4 tonnin kalkitus kohotti viljan satoa keskimäärin 310 kg/ha, 8 tonnin kalkitus 400 kg/ha ja 12 tonnin kalkitus 510 kg/ha (Taulukko 5). Kalkituksen tuottama viljasadon

lisäys oli suurin muilla kivennäismailla ja pienin eloperäisillä mailla. Yksittäisten kokeiden satotulokset esitetään taulukossa 6.

Nurmisatoa 4 tonnin kalkitus kohotti keskimäärin 580 kg/ha, 8 tonnin kalkitus 840 kg/ha ja 12 tonnin kalkitus 740 kg/ha (Taulukko 5). Kalkituksen tuottama nurmisadon lisäys oli suurin savi- mailla ja pienin eloperäisillä mailla. Yksittäisten kokeiden satotulokset esitetään taulukossa 7.

Kalkitus 4 t/ha kohotti maan pH-arvoa keskimäärin 0,19 yksikköä, kalkitus 8 t/ha 0,38 yksikköä ja kalkitus 12 t/ha 0,51 yksikköä (Taulukko 5). Kalkituksella oli myös selvä vaikutus maan kalsium- ja magnesiumpitoisuuteen muttei juurikaan vaikutusta maan kaliumpitoisuuteen. Kalkituksen vaikutus kivennäismaiden viljavuusanalyysin mukaiseen fosforipitoisuuteen oli vähäinen, mutta se näytti vähentävän eloperäisten maiden fosforipitoisuutta.

Nouseva kalkkimäärä vaikutti selvästi myös jankon kemiallisiin ominaisuuksiin (Taulukko 8). Jankon pH ja kalsiumpitoisuus sekä dolomiittikalkkia käytettäessä myös sen magnesiumpitoisuus oli sitä korkeampi mitä suurempi oli kalkkimäärä.

Kalkitus kohotti keskimäärin hieman viljan 1 000 siemenen painoa, hehtolitrainoa ja raakavalkuaispitoisuutta (Taulukko 9). Nouseva kalkkimäärä kohotti selvästi nurmen kalsiumpitoisuutta ja dolomiittikalkkia käytettäessä myös sen magnesiumpitoisuutta. Kalsiumpitoisuus kohosi 12 tonnin kalkituksella keskimäärin 0,5 g/kg (10 %) ja magnesiumpitoisuus 0,3 g/kg (20 %). Vaikutus oli lähes samansuuruinen jo kahdeksan tonnin kalkituksella. Sen sijaan kalkituksen vaikutus nurmen kalium-, fosfori- ja raakavalkuaispitoisuuteen oli perin vähäinen.

Kalkituksen vaikutus nurmen apilapitoisuuteen vaihteli kokeesta toiseen (Taulukko 10). Jos tarkastelusta jätetään pois kalkkimääräkokeet 35 ja 36, joissa apila tuhoutui kaikilta ruuduilta jo ensimmäisen talven aikana, kalkitus näyttää kohottaneen kivennäismaiden nurmien apilapitoisuutta sitä selvemmin mitä happamampi maa alunperin oli.

3.2.2 Sadonlisäyksen riippuvuus maan alkuperäisestä happamuudesta

Kalkituksella saadun sadonlisäyksen riippuvuutta maan alkuperäisestä pH-arvosta testattiin ensimmäisen ja toisen asteen yhtälöillä. Kun näiden yhtälöiden selityskyvyssä ei ollut suuriakaan eroja, lopullinen tarkastelu tehtiin ensimmäisen asteen yhtälöiden perusteella. Havaintotuloksia kuvasivat luotettavasti (5 %:n riski) kuitenkin vain 8 ja 12 tonnin kalkituksella savimailla saatuja nurmisadonlisäyksiä koskevat yhtälöt.

Ensimmäisen asteen yhtälön mukaan laskettuna kalkituksella saatiin viljasadonlisäystä keskimäärin pH-arvoa 6,32 happamammilla savimailla ja pH-arvoa 5,85 happamammilla muilla kivennäismailla (Taulukko 11). Eloperäisille maille vastaavia arvoja ei voitu laskea. Taulukkoon on merkitty myös eri kalkitusmäärillä odotettavissa oleva vuosittainen viljasadonlisäys happamuu- deltaan erilaisilla mailla.

Kalkituksen vaikutus viljasatoon happamuudeltaan erilaisilla mailla esitetään kuvissa 6–14. Kuvista 9–11 nähdään, että kalkituksen vaikutus vaihteli savimailla erittäin paljon ja että aineisto voidaan hajonnan selittämiseksi jakaa kahteen eri ryhmään: maan happamuuden suhteen vaativat (vaativuus 2,9–3,0) ja vaatimattomat (vaativuus 1,0–1,5) viljat. Kun näille ryhmille laskettiin erilaiset kalkitusvaikutuksen kuvaajat, vaativien lajikkeiden kalkitus tuotti sadonlisäystä noin 0,8 yksikköä korkeampaan pH-arvoon saakka kuin vaatimattomien lajikkeiden kalkitus ja noin 0,5 yksikköä korkeampaan pH-arvoon kuin koko aineiston kalkitus keskimäärin. Lajikkeen

vaativuuden perusteella jaetut aineistot jäävät kuitenkin niin pieniksi, ettei niistä voida tehdä pidemmälle meneviä päätelmiä.

Samansuuntainen joskin lievempi viljan vaativuuden vaikutus nähdään muiden kivennäismaiden satotuloksissa kuvissa 12–14. Huomattakoon, että taulukon 11 esittämä kalkituksen erityisen voimakas vaikutus muiden kivennäismaiden viljasatoon määräytyy varsin pitkälle yhden ainoan kokeen perusteella (Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, HHt, pH 4,48).

Ensimmäisen asteen yhtälön mukaan laskettuna kalkituksella saatiin nurmisadonlisäystä keskimäärin pH-arvoa 5,80 happamammilla savimailla ja tämä kalkitusvaikutuksen 0-piste oli lähes sama kaikilla kolmella kalkitustasolla (Taulukko 12). Muilla kivennäismailla kalkitusvaikutuksen 0-piste sen sijaan osui eri kalkitustasoilla aivan eri kohtiin, eikä tämä tarkastelutapa siten oikein sovi näille maille (Taulukko 12). Eloperäisillä maille oli vain yksi nurmikoe eikä niistä siten ole vastaavia arvoja lainkaan.

Kalkituksen vaikutus nurmen satoon happamuudeltaan erilaisilla maille esitetään kuvissa 15–23. Kuvat osoittavat ensimmäisen asteen yhtälön sopivan kohtalaisen hyvin savimaiden kalkitustulosten kuvaamiseen (Kuvat 18–20). Verrattaessa savimaiden nurmien kalkitustuloksia nurmen apilapitoisuuksiin (Taulukko 10) havaitaan lisäksi, että kalkitus kohotti nurmisatoa suhteellisesti eniten siinä kokeessa, jossa se kohotti nurmen apilapitoisuutta eniten.

Muilla kivennäismailla vain 12 tonnin kalkituksen vaikutusta kuvaava suora kuvaa mittaustuloksia jokseenkin pätevästi (Kuvat 21–23). Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla happamalla (pH 4,48) hienolla hiedalla viljelty nurmi kasvoi erittäin hyvin ilman kalkitustakin ja reagoi pienempiin kalkkimääriin suhteellisen niukasti (Taulukko 7). Selitys nurmen hyvään kasvuun näinkin happamalla maalla on se, ettei tätä nurmea yritettykään viljellä apilapitoisen nurmen tapaan kun apila tuhoutui kokonaan jo ensimmäisen talven aikana, vaan nurmi sai tämän koesarjan muihin kokeisiin verrattuna hyvin runsaan typpilannoituksen (Liite 20). Toinen seikka, joka vähentää muiden kivennäismaiden nurmitulosten luotettavuutta, on se, että Keski-Pohjanmaan tutkimusase-
man kokeen (maan pH 5,09) tulokset perustuvat vain yhteen koevuoteen. Näistä syistä tuloksia kalkituksen vaikutuksesta muiden kivennäismaiden nurmisatoihin on pidettävä epäluotettavina.

3.2.3 Maan alkuperäinen happamuus ja kalkituksen aiheuttama pH:n nousu

Savimailla kalkituksen aiheuttama maan pH:n nousu ei riippunut merkitsevästi maan alkuperäisestä happamuudesta, vaikka korrelaatio olikin selvästi negatiivinen kaikilla kalkitustasoilla (4 t/ha: $-0,57^{n.s.}$, 8 t/ha: $-0,51^{n.s.}$, 12 t/ha: $-0,61^{n.s.}$) (Kuva 24). Karkeilla kivennäismailla kalkituksen aiheuttama maan pH:n nousu riippui maan alkuperäisestä happamuudesta merkitsevästi vain kalkitustasolla 12 t/ha, joskin kaikki korrelaatiokertoimet olivat varsin suuria (4 t/ha: $-0,94^{n.s.}$, 8 t/ha: $-0,78^{n.s.}$, 12 t/ha: $-0,97^*$) (Kuva 25). Eloperäisille maille korrelaatioita ei laskettu.

3.2.4 Maan pH:n nousu käytettyä kalkkitonnia kohden ja eri maiden kalkitustarve

Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen laskettiin kokeittain kaikkien kokeen aikana tehtyjen maa-analyysien keskiarvona. Tuloksista laskettiin edelleen, mikä oli maan pH:n muutos käytettyä kalkkitonnia kohden eri kalkkimäärillä sekä näiden keskiarvo (Taulukko 13). Keskiarvojen perusteella laskettiin, kuinka paljon kutakin maata olisi kalkittava tavoite-pH:n saavuttamiseksi. Tavoite-pH:na pidettiin savimailla arvoa 6,3, muilla kivennäismailla arvoa 6,1, ja eloperäisillä maille arvoa 5,6.

Tulokset eri maiden kalkitustarpeesta tavoite-pH:n saavuttamiseksi sekä nykyinen viljavuusanalyysiin perustuva viljojen ja nurmien kalkitussuositus esitetään kuvissa 26–28. Savimaiden osalta koetulokset sopivat erittäin hyvin nykyisiin kalkitussuosituksiin (Kuva 26). Kun kaikkien yhdeksän pisteen perusteella laskettiin ensimmäisen asteen suora ja sen mukaiset portaavat, kalkitusportaavat olivat täsmälleen samat kuin nykyiset kalkitussuositukset.

Karkeilla kivennäismailla nykyisinä kalkitussuositusportaina pidettiin hiekan, hiedan ja moreenin kalkitussuositusta viljan ja nurmen viljelyssä (Kuva 27). Koemaista kolme oli maalajiltaan hienoa hietaa ja yksi karkea hietä. Näistä lähtökohdista vain yksi neljän kokeen tuloksista osui nykyisten kalkitussuositusten mukaisille portaille (Kuva 27). Kolmessa kokeessa maa-analyysien perusteella laskettu kalkitustarve tavoite-pH:n saavuttamiseksi oli huomattavasti nykyistä ohjetta suurempi. Kun kaikkien neljän pisteen perusteella laskettiin ensimmäisen asteen yhtälön mukainen suora ja sen mukaiset kalkitusportaavat, karkeiden kivennäismaiden kalkitustarve nousi suurin piirtein savisen hiedan, hiukeen ja hiesun kalkitustarpeen mukaiseksi. Tavoite-pH:n saavuttamiseksi viljavuusluokassa ”huono” tarvittavaksi kalkkimääräksi saatiin 20 t/ha, viljavuusluokassa ”huononlainen” 15 t/ha, viljavuusluokassa ”välttävä” 10 t/ha ja viljavuusluokassa ”tydyttävä” 5 t/ha.

Eloperäisillä mailla oli vain kaksi koetta, ja niistä laskettu kalkitustarve tavoite-pH:n saavuttamiseksi esitetään kuvassa 28. Toisen kokeen perusteella laskettu kalkitustarve osoittautui yhtä luokkaa nykyistä kalkitussuositusta suuremmaksi, mutta toisen kokeen perusteella laskettu taas lähes yhtä luokkaa nykyistä pienemmäksi.

Taulukon 13 perusteella voidaan laskea, että maan pH-arvon kohottaminen yhdellä yksiköllä vaatii savimailla keskimäärin 20 tonnia, muilla kivennäismailla 15 tonnia ja eloperäisillä mailla (turvemailla) 31 tonnia kalkkia hehtaaria kohden. Savimaiden ja muiden kivennäismaiden osalta tämä tulos perustuu niihin kokeisiin, joissa oli maan alkuperäisen pH-arvon perusteella selvä kalkitustarve.

3.2.5 Kalkitusvaikutuksen kesto ja eri kalkkimäärien vaikutus satoon

Niistä kalkkimääräkokeista, joissa viljeltiin koko ajan viljaa, laskettiin ensimmäisen asteen yhtälö kuvaamaan sadonlisäyksen muutosta kalkituksen jälkeisinä vuosina (Liitteet 14, 15, 18, 19, 23 ja 24). Nämä yhtälöt eivät kuitenkaan paljastaneet mitään yhtenäistä kalkituksen vaikutuksen laskua ajan suhteen. Useimmissa yhtälöissä ajan vaikutusta kuvaava kerroin oli itse asiassa positiivinen.

Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen kussakin yksittäisessä kokeessa eri näytteenottokerroilla esitetään kuvaliitteissä 1–7. Liitteistä nähdään, että maan pH:n käyttäytyminen kalkituksen jälkeen vaihteli eri kokeissa huomattavasti eikä yhtenäistä kalkituksen vaikutuksen laskua ajan suhteen ole todettavissa. Tulokset niistä kokeista, joissa maanäytteet otettiin vuosittain, osoittavat suurta vuosivaihtelua ja tekevät kyseenalaiseksi kalkituksen vaikutuksen arvioinnin yhden tai vain muutaman näytteenottokerran perusteella. Tämän koesarjan perusteella ei voida tehdä päätelmiä kalkitusvaikutuksen kestoajasta.

Eri kalkkimäärien (4, 8 ja 12 t/ha) tuottamien viljasatojen erot jäivät savimailla melko pieniksi (Taulukot 5 ja 11). Muilla kivennäismailla eri kalkkimäärien tuottamissa viljasadoissa oli huomattavan suuria eroja (Taulukot 5 ja 11), mutta kuvista 12–14 ja taulukosta 6 nähdään, että nämä erot perustuvat vain Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla happamalla (pH 4,48) hienolla hiedalla olleen kokeen tuloksiin. Muissa kokeissa kalkkimäärän kasvattaminen 4 tonnista ei juurikaan lisännyt satoa. Eloperäisillä mailla (turvemailla) kalkkimäärän kohottaminen 4 tonnista suurensi satoa johdonmukaisesti.

Kasvava kalkkimäärä vaikutti savimaiden nurmilla siten, että suurilla kalkkimäärillä saatiin happamilla mailla (pH 5,5) suurempia sadonlisäyksiä kuin pienimmällä kalkkimäärällä, mutta vähemmän happamilla mailla (pH 5,5) kalkkimäärän kasvattaminen 4 tonnista pienensi sadonlisäystä (Taulukko 7, Kuvat 18–20). Muilla kivennäismailla kasvava kalkkimäärä kohotti happamimman koemaan (pH 4,48) nurmisatoa johdonmukaisesti ja merkittävästi, mutta kahdessa muussa kokeessa 8 tonnin kalkitus antoi suurimman sadon (Taulukko 7, Kuvat 21–23). Eloperäisellä maalla olleessa kokeessa eri kalkkimäärien tuottamat nurmisadot erosivat toisistaan enimmillään vain 80 kg/ha ja paras tulos saatiin 8 tonnin kalkituksella (Taulukko 7, Kuvat 15–17).

3.2.6 Kalkituksen koekohtainen kannattavuus

Kalkkimääräkokeiden tuloksista laskettiin kalkituksen vaikutus satoon koekohtaisesti. Vaikutus laskettiin erikseen niille kokeille, joissa viljeltiin pelkkää viljaa (Taulukko 14), ja erikseen niille, joissa viljeltiin sekä viljaa että nurmea (Taulukko 15).

Niissä kokeissa, joissa viljeltiin pelkkää viljaa, arvosteluperusteena oli viljasato kiloina (85 % k.a.), sen perusteella laskettu hehtaarikohtainen tuotto (1,40 mk/viljakilo) sekä kalkituskustannuksen kuoletusaika. Kuoletusaika laskettiin jakamalla kalkituskustannus ($215 \text{ mk/t} \times \text{t/ha}$) sadonlisäyksen raha-arvolla (mk/ha/vuosi). Huomattakoon, ettei näin laskettu kuoletusaika ole todellinen, sillä laskelmassa ei ole otettu huomioon korkomenoja eikä verotuksen vaikutusta.

Niissä kokeissa, jossa viljeltiin viljan ohella nurmea, sadot muutettiin ensin rehuyksiköiksi ja sen jälkeen laskettiin rehuyksikkösadot teoreettiselle kierrolle, jossa on kaksi vilja- ja kolme nurmi-vuotta. Myös näiden kokeiden osalta satotuloksista laskettiin edelleen sadon raha-arvo (1,40 mk/ry) sekä kalkituskustannuksen kuoletusaika.

Kalkituksen vaikutus vaihteli hyvin paljon kokeesta toiseen (Taulukot 14 ja 15). Kalkituksella saatu sadonlisäys oli suurimmillaan yli 1 900 ry/ha/vuosi ja pienimmillään se oli negatiivinen. Kalkituskustannuksen kuoletusaika oli lyhyimmillään 0,5 vuotta.

Kun eri kokeet asetetaan paremmuusjärjestykseen sen mukaan, miten suuri oli sadonlisäys tai sen rahallinen arvo keskimäärin, saadaan viljakokeiden osalta seuraava asetelma:

<u>Maalaji</u>	<u>pH kokeen alussa</u>	<u>Sadon määrä ilman kalkkia</u>	<u>Viljan vaativuus</u>
1. LjS	5,27 (Huononlainen)	Suurehko	Vaativa
2. AS	5,80 (Välttävä)	Keskimääräinen	Vaativa
3. HtS	5,47 (Huononlainen)	Keskimääräinen	Vaativaton
4. Ct	5,07 (Välttävä)	Pienehkö	Keskivaateliias
5. HsS	6,64 (Hyvä)	Keskimääräinen	Vaativaton
6. HHt	5,29 (Huononlainen)	Suurehko	Vaativaton

Kalkituksen tuotto oli suurin happamilla savimailla. Myös viljan vaativuus maan pH:n suhteen näytti vaikuttavan kalkituksella saatavaan tuottoon. Sen sijaan kalkituksen tuotto ei kasvanut järjestelmällisesti maan viljavuusanalyysin mukaisen happamuustilan huononemisen tai ilman kalkitusta saadun sadon pienenemisen kanssa. Kalkituksen antaman sadonlisäyksen keskimääräinen raha-arvo (ilman kustannusten vähentämistä) oli liejusavella 929 mk/ha/vuosi, aitosavella 569 mk/ha/vuosi, hietasavella 359 mk/ha/vuosi, saraturpeella 135 mk/ha/vuosi ja hiesusavella 23 mk/ha/vuosi. Hienolla hiedalla kalkitus pienensi satoa.

Niille kokeille, joissa viljeltiin viljan ohella nurmea, saadaan sadonlisäyksen tai sen rahallisen arvon mukaiseksi paremmuusjärjestykseksi vastaavasti:

Maalaji	pH kokeen alussa	Sadon määrä ilman kalkkia
1. HsS	4,97 (Huono)	Pienehkö
2. HHt	4,48 (Huono)	Pienehkö
3. HsS	5,20 (Huononlainen)	Suurehko
4. HHt	5,09 (Huononlainen)	Pienehkö
5. HsS	5,36 (Huononlainen)	Suurehko
6. KHt	6,07 (Tyydyttävä)	Pienehkö
7. LCt	4,98 (Välttävä)	Keskimääräinen
8. HtS	5,77 (Välttävä)	Pienehkö
9. HsS	5,92 (Tyydyttävä)	Suurehko

Tässä asetelmassa maan viljavuusanalyysin mukaisella happamuustilalla näyttää olevan selvin vaikutus kalkituksella saatavaan tuottoon. Maalajilla ja ilman kalkitusta saadulla sadon määrällä taas ei näyttäisi olevan vaikutusta. Viljan vaativuuden vaikutusta ei tässä yhteydessä ole syytä tarkastella, sillä viljan osuus viljelykierrossa oli vain 2/5.

Huomattakoon, että näissä kokeissa kalkituksen vaikutus vaihteli erityisen paljon. Kahdessa ensimmäisessä kokeessa (no. 1 ja 2) kalkituksen antaman sadonlisäyksen raha-arvo (ilman kustannusten vähentämistä) oli keskimäärin lähes 2 000 mk/ha/vuosi, seuraavassa kahdessa kokeessa (n:o 3 ja 4) noin 1 000 mk/ha/vuosi, mutta viidessä viimeisessä (n:o 5–9) vain alle 300 mk/ha/vuosi.

Kun verrataan toisiinsa viljakokeita ja niitä kokeita, joissa viljeltiin sekä viljaa että nurmea, näyttää siltä, että maan viljavuusanalyysin mukaisella happamuustilalla on nurmikierrossa suurempi vaikutus kalkituksella saatavaan tulokseen. Tämä johtunee osittain aineistojen erilaisuudesta kokeissa (maan pH-arvon vaihteluväli). Toisaalta kalkituksen tehon erityisen selvä riippuvuus maan alkuperäisestä pH-arvosta nurmikierrossa selittyy sillä, että kalkitus paransi apilan menestymistä happamilla mailla ja lisäsi sitä kautta satoa yleensä vain niukasti tyvellä lannoitetuissa kokeissa.

4 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

4.1 Viljasadot

Savimaiden kalkitustuloksia tarkasteltaessa havaitaan, että koeaineisto jakautui maan alkuperäisen pH-arvon suhteen varsin tasaisesti ja antaa siten hyvän pohjan päätelmien tekoon. Haittana oli kuitenkin se, että satotulosten hajonta oli savimailla erityisen suurta. Kalkkimääräkokeiden osalta satotulosten hajontaa voitiin selittää viljan vaativuudella maan happamuuden suhteen, mikä onkin yksi tämän tutkimuksen tärkeimmistä tuloksista. Viljeltävän kasvilajin ja -lajikkeen merkitystä kalkituksella saatavaan tulokseen ovat korostaneet myös HIIVOLA (1991) ja KÖYLJÄRVI (1991).

Kalkitustarve- ja kalkkimääräkoesarjojen tuloksia vertailtaessa havaitaan, että kalkitusvaikutuksen 0-piste eroaa näissä kokeissa vain vähän (kahdeksan tonnin kalkituksella kalkitustarvekokeissa pH 6,15 ja kalkkimääräkokeissa pH 6,25) ja se on viljavuusluokan ”tyydyttävä” ylärajoilla. Sen sijaan ensimmäisen asteen suora on kalkitustarvekokeissa huomattavasti jyrkempi kuin kalkkimääräkokeissa. Kalkitustarvekokeissa kalkituksella saatiin siten suurempia sadonlisäyksiä kuin kalkkimääräkokeissa.

Kun aineistot näissä koesarjoissa olivat lähes samat (samat maat), eron todennäköisin selitys on se, että kalkitustarvekokeissa savimailla viljeltiin maan pH-arvon suhteen selvästi vaativampia viljoja kuin kalkkimääräkokeissa (keskimääräinen vaativuus 2,33 ja 1,80). Tämä päätelmä korostaa jälleen viljelykasvin vaativuuden vaikutusta kalkituksella saatavaan sadonlisäykseen ja edelleen kalkituksen taloudelliseen tulokseen.

Päätelmää jatkaen voidaan arvioida, että viljan vaativuuden ollessa keskimääräinen (2,0) kahdeksan tonnin kalkituksella saatava sadonlisäys on noin 500 kg/ha/vuosi/pH-yksikkö. Kalkitustarve- ja kalkkimääräkokeiden yhteenvetona voidaan siten esittää, että savimailla saadaan ohraa viljeltäessä kahdeksan tonnin kalkituksella sadonlisäystä noin pH-arvoon 6,20 saakka ja sadonlisäys riippuu maan alkuperäisestä pH-arvosta seuraavasti:

$$\text{Sadonlisäys, kg/ha} = 500 \times (6,20 - \text{pH})$$

Kalkkimääräkokeiden tulosten perusteella voidaan edelleen päätellä, että maan happamuuden suhteen vaativia ohralajikkeita viljeltäessä sadonlisäystä saadaan noin 0,5 yksikköä korkeampaan pH-arvoon saakka.

Jos kalkin hinta pellolle levitettynä on 215 mk/t ja rehuohrakilon hinta vientikustannusmaksulla ja korjuu- sekä käsittelykustannuksilla vähennettynä 1,40 mk/kg (MELEN 1991), kahdeksan tonnin kalkituksella saatava sadonlisäys kattaa savimailla kalkituskustannuksen noin 2,5 vuodessa kun maan alkuperäinen pH-arvo on 5,20, ja noin 5 vuodessa kun maan alkuperäinen pH-arvo on 5,70. Tässä laskelmassa ei kuitenkaan ole otettu huomioon korkokuluja eikä verotusta, jotka pidentävät kalkituskustannusten kattamiseen tarvittavaa aikaa.

Muiden kivennäismaiden koetuloksia tarkasteltaessa havaitaan, että kalkitustarvekokeissa aineisto jakautui maan alkuperäisen pH-arvon suhteen varsin epätasaisesti. Kalkkimääräkokeissa puutteena taas oli vähäinen koemäärä, vain neljä koetta. Kalkkimääräkokeiden pieni lukumäärä aiheutti sen, että happamimman koemaan (Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, HHt, pH 4,48) antama tulos vaikutti tämän koesarjan kokonaistulokseen huomattavasti enemmän kuin kalkitustarvekokeissa. Lisäksi kalkkimääräkokeiden aineisto oli maalajiltaan karkeampaa kuin kalkitustarvekokeissa.

Kalkitusvaikutuksen 0-piste oli molemmissa koesarjoissa sama (pH 5,85), ja se oli viljavuusluokan "tyytyttävä" puolivälissä. Sen sijaan kalkituksen vaikutusta kuvaava ensimmäisen asteen suora oli kalkkimääräkokeissa selvästi jyrkempi. Kalkituksella saatiin kalkkimääräkokeissa siten selvästi suurempia sadonlisäyksiä kuin kalkitustarvekokeissa. Aineiston erilaisuuden lisäksi koesarjojen väliseen eroon vaikutti samansuuntaisesti se, että kalkkimääräkokeissa viljeltiin maan happamuuden suhteen hieman vaativampia kasveja kuin kalkitustarvekokeissa (keskimääräinen vaativuus 1,95 ja 1,65).

Käytännön laskelmien perusteeksi kalkitustarvekokeiden antama sadonlisäys pH-yksikköä kohden (noin 700 kg/ha/v) lienee oikeampi kuin kalkkimääräkokeiden antama siihen verrattuna yli kaksinkertainen tulos. Muiden kivennäismaiden osalta koesarjojen yhteenveto on siten se, että kahdeksan tonnin kalkituksella saadaan ohraa viljeltäessä sadonlisäystä pH-arvoon 5,85 saakka ja sadonlisäys riippuu maan alkuperäisestä pH-arvosta seuraavasti:

$$\text{Sadonlisäys, kg/ha} = 700 \times (5,85 - \text{pH})$$

Myös muille kivennäismaille lienee sovellettavissa se savimailta saatu tulos, että maan happamuuden suhteen vaativia ohralajikkeita viljeltäessä sadonlisäystä saadaan noin 0,5 yksikköä korkeampaan pH-arvoon saakka.

Jos kalkituksen kannattavuutta lasketaan samalla tavalla kuin savimailla saatujen viljasatojen kohdalla, kahdeksan tonnin kalkituksella saatu sadonlisäys kattaa muilla kivennäismaille kalkituskustannuksen noin 1,8 vuodessa kun maan alkuperäinen pH-arvo on 4,85, ja noin 3,5 vuodessa kun maan alkuperäinen pH-arvo on 5,35.

Eloperäisten maiden kalkitustarpeesta saatiin vain niukasti tietoa. Kalkkimääräkokeita eloperäisillä mailla oli vain kaksi (maiden pH-arvot 4,98 ja 5,07), ja näissä kokeissa selviä sadonlisäyksiä saatiin vain suurimmalla kalkkimäärällä 12 t/ha. Kalkitustarvekokeiden puutteena taas oli aineiston epätasainen jakautuma maan alkuperäisen pH-arvon suhteen.

Kalkitustarvekokeiden perusteella kahdeksan tonnin kalkituksella saatiin sadonlisäystä pH-arvoa 5,19 happamammilla eloperäisillä mailla, siis viljavuusluokan "välttävä" ylärajaan saakka. Sadonlisäys tätä happamammilla mailla nousi varsin jyrkästi siten, että se oli yli 1 000 kg/ha/vuosi/pH-yksikkö.

Sadonlisäys riittää kattamaan kahdeksan tonnin kalkituskustannuksen noin 1,8 vuodessa silloin kun maan alkuperäinen happamuus on 4,70.

4.2 Nurmisadot

Savimaiden nurmilla oli vain viisi kalkituskoetta, mutta aineiston tasainen jakautuma maan alkuperäisen pH-arvon suhteen antaa tulokselle luotettavuutta. Kalkitusvaikutuksen 0-piste oli pH-arvolla 5,80 eli viljavuusluokan "välttävä" ylemmässä puoliskossa. Sadonlisäys kahdeksan tonnin kalkituksella oli hyvin suuri, keskimäärin 2 500 kg/ha/vuosi/pH-yksikkö.

$$\text{Sadonlisäys} = 2500 \times (5,80 - \text{pH})$$

Tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin pidettävä mielessä, että kaikki nurmet perustettiin apilapi-toisina ja niitä lannoitettiin yleensä hyvin niukalla tyypellä. Siten kalkituksen vaikutus sisältää myös apilan kasvun paranemisen mukanaan tuoman typpilannoitusvaikutuksen. Tavanomaisesti tyypellä lannoitettaessa kalkituksella ei liene odotettavissa näin suuria sadonlisäyksiä (JAAKKOLA ym. 1985a). HAKKOLAN (1991) mukaan maan pH-arvon tulee apila-heinänurmea viljeltäessä olla vähintään 5,7.

Jos kalkin hinta pellolle levitettynä on 215 mk/t ja nurmen rehuyksikön hinta on sama kuin rehuohrakilon eli 1,40 mk/kg, kahdeksan tonnin kalkituksella saatava sadonlisäys kattaa kalkituskustannuksen noin 0,6 vuodessa kun maan alkuperäinen pH-arvo on 4,80, ja noin 1,3 vuodessa kun maan alkuperäinen pH-arvo on 5,30. Tässä laskelmassa ei kuitenkaan ole otettu huomioon korkokuluja eikä verotusta, jotka pidentävät kalkituskustannusten kattamiseen tarvittavaa aikaa.

Muiden kivennäismaiden nurmilla oli vain kolme kalkituskoetta, ja niistäkin Keski-Pohjanmaan tutkimusaseman koe oli vain yksivuotinen. Lisäksi tuloksiin vaikutti se, että Etelä-Pohjanmaan tutkimusaseman koetta lannoitettiin tavanomaisen heinänurmen tapaan runsaalla tyypellä ja Keski-Pohjanmaan tutkimusaseman kokeessakin tyypeä annettiin noin 90 kg/ha. Muiden kivennäismaiden nurmien kalkitustuloksia ei siten voida verrata savimaiden nurmien kalkitustuloksiin eikä niitä voida muutenkaan pitää luotettavina.

Eloperäisillä mailla oli vain yksi nurmen kalkituskoee, ja siinä sadonlisäystä saatiin keskimäärin 220 kg/ha (maan pH 5,03). Koe ei anna aihetta johtopäätöksiin.

4.3 Sadon laatu

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun osoittautui melko pieneksi. Se kohotti viljan 1 000 siemenen painoa keskimäärin vain muutamia grammaa kymmenyksiä, hehtolitrainoa vain muutamia satoja grammoja ja jyväsadon raakavalkuaispitoisuutta muutamia prosentin kymmenyksiä. Sen sijaan kalkituksella oli hyvin selvä vaikutus nurmisadon kalsium- ja dolomiittikalkkia käytettäessä myös sen magnesiumipitoisuuteen. Tulosten mukaan 12 tonnin kalkitus kohottaa nurmen kalsiumpitoisuutta keskimäärin 0,5 g/kg (10 %) ja magnesiumipitoisuutta 0,3 g/kg (20 %). Vaikutus on lähes samansuuruisen jo kahdeksan tonnin kalkituksella. Kalkituksen vaikutus nurmien kalsium- ja magnesiumipitoisuuksiin oli samaa luokkaa kuin JAAKKOLAN ym. (1985a) tutkimuksessa.

4.4 Maan ominaisuudet

Kalkitustarvekokeissa kalkitus 8 t/ha kohotti maan pH-arvoa keskimäärin 0,23 yksikköä ja tämä nousu oli lähes sama eri maalajiryhmillä. Kalkkimääräkokeissa saman kalkkiannoksen vaikutus oli savimailla ja muilla kivennäismailla huomattavasti suurempi (0,37 ja 0,45 yksikköä) mutta eloperäisillä mailla täsmälleen sama kuin kalkitustarvekokeissa.

Tuloksesta voidaan päätellä, ettei kalkki kalkitustarvekokeissa vielä maanäytteiden oton välisenä 1,5–2 vuotena osoittanut koko tehoaan maan pH-arvon kohottajana. Tulos vastaa hyvin JAAKKOLAN ym. (1985b) saamaa tulosta. Yksittäisistä kalkkimääräkokeista tehtyjen maan pH-määritysten perusteella voitiin toisaalta todeta, että kalkituksen vaikutus eri vuosina otetuissa näytteissä voi heittelettiä hyvinkin rajusti eikä yksi määrittäminen välttämättä anna asiasta oikeaa kuvaa.

Kalkkimääräkokeissa kalkitus vaikutti maan pH-arvon nousuun eri maalajiryhmillä siinä mielessä loogisesti, että kalkituksella oli suurin vaikutus muilla kivennäismailla ja pienin eloperäisillä mailla savimaiden tulosten asettuessa näiden välille. Se, ettei tätä eroa näkynyt kalkitustarvekokeiden tuloksissa, johtunee osittain kalkituksen lyhyestä vaikutusajasta, mutta myös aineistojen erilaisuudesta näissä koesarjoissa.

Savimaat olivat molemmissa koesarjoissa lähes samat, mutta muiden kivennäismaiden aineisto oli kalkkimääräkokeissa selvästi karkeampaa kuin kalkitustarvekokeissa. Eloperäisten maiden osalta kalkkimääräkokeissa taas olivat mukana vain kaksi vähiten hapanta maata, joissa kalkituksen vaikutus maan pH-arvoon oli kaikkein pienin.

Kalkkimääräkokeet antavat savimaiden ja muiden kivennäismaiden osalta melko luotettavan tunteiset tulokset siitä, kuinka paljon kalkkia on levitettävä hehtaaria kohden maan pH-arvon nostamiseksi yhdellä yksiköllä. Nämä arvot (20 t/ha savimailla ja 15 t/ha karkeilla kivennäismailla) ovat selvästi suurempia kuin SALLASMAAN (1991) esittämät luvut. Sama pätee kalkin tarpeeseen turvemailla (31 t/ha/pH-yksikkö), joskin tämä tulos perustuu vain kahteen kokeeseen eikä ole siinä mielessä kovin edustava.

Kalkitus kohotti maan kalsium- ja dolomiittikalkkia käytettäessä myös sen magnesiumipitoisuutta selvästi. Kalkituksen vaikutus näihin pitoisuuksiin oli kalkkimääräkokeissa suurempi kuin kalkitustarvekokeissa. Tämä ero selittyy, kuten vastaava ero kalkituksen vaikutuksessa maan happamuuteen, osittain kalkituksen lyhyestä vaikutusajasta kalkitustarvekokeissa ja osittain koeaineistojen erilaisuudesta näissä kahdessa koesarjassa. Kalkkimääräkokeissa 12 tonnin

dolomiittikalkituksella saatiin suurin piirtein sama vaikutus maan Mg-tilaan (+100 mg/l) kuin JAAKKOLAN ja JOKISEN (1980) kokeissa 16 tonnin kalkituksella.

Kalkitus näytti vaikuttavan eri tavalla kivennäismaiden ja toisaalta eloperäisten maiden fosforin liukoisuuteen. Kalkitus vähensi eloperäisten maiden fosforin liukoisuutta molemmissa koesarjoissa, mutta sen vaikutus kivennäismaiden fosforin liukoisuuteen ei ollut läheskään niin selvä. Kalkitustarvekokeissa kalkitus jopa lisäsi muiden kivennäismaiden fosforin liukoisuutta. Tämä eloperäisten maiden ja kivennäismaiden välien ero johtunee siitä, ettei kalkitus riittänyt kohottamaan eloperäisten maiden pH-arvoa fosfori-pH-minimin (pH 5,5) yli, kun taas kivennäismailla tämä pH-arvo ylittyi kalkituksella selvästi (LAKANEN ym. 1970). Kalkitus ilmeisesti aktivoi fosforia sitovia alumiini- ja rautayhdisteitä eloperäisillä mailla huomattavasti tehokkaammin kuin kivennäismailla. Kalkituksella ei myöskään ole eloperäisillä mailla sellaista edullista vaikutusta fosforin liukenemiseen kivennäismaahiukkasista kuin kivennäismailla (SAARELA 1991).

Kalkitus kohotti jankon pH-arvoa sekä kalsium- ja dolomiittikalkkia käytettäessä myös sen magnesiumipitoisuutta. Kalkituksen vaikutus jankon ominaisuuksiin oli yllättävän suuri: keskimäärin 58 % sen vaikutuksesta kyntökerroksen arvoihin. Kalkin huuhtoutumisen vaikutus pohjamaan pH-arvoon ja kalsiumpitoisuuteen on todettu aiemmin mm. Laihian pitkäaikaisessa kalkituskokeessa (SILLANPÄÄ 1978). Toisaalta maakerrosten sekoittuminen kynnön ja näytteenoton yhteydessä voi olla syynä yllättävän suuriin vaikutuksiin.

4.5 Kalkituksen vaikutusaika

Pisimmillään kahdeksan vuotta kestäneiden kalkkimääräkokeiden aikana ei voitu todeta yhtenäistä kalkitusvaikutuksen pienenemistä viljasatojen eikä maa-analyysienkään perusteella. Kun ylläpitokalkituksen tarve on maassamme ELOSEN (1991) mukaan keskimäärin 300 kg/ha/vuosi, pienimmän kalkkiannoksen (4 t/ha) neutraloitumiseen kuluu teoriassa 13 vuotta, kahdeksan tonnin annoksen neutraloitumiseen 27 vuotta ja 12 tonnin annoksen neutraloitumiseen 40 vuotta. Edellä mainittu ylläpitokalkituksen tarve 300 kg/ha/vuosi pätee käytännössä kuitenkin lähinnä vain viljanviljelyyn. Voimaperäisessä nurmiviljelyssä ylläpitokalkituksen tarve on runsaan typpilannoituksen vuoksi jopa 500 kg/ha/vuosi ja kalkin teoreettiset neutraloitumisajat ovat vastaavasti 8, 16 ja 24 vuotta.

Kalkin vaikutusaika on yleensä hyvin pitkä ja kalkituskustannukset jakaantuvat siten usealle vuodelle. KÖYLIJÄRVEN (1966) aitosavella tekemissä kokeissa 4, 8 tai 12 tonnin kalkituksella saatiin selviä sadonlisäyksiä ja sadonlisäykset pysyivät lähes samansuuruisina vielä 15 koevuoden jälkeen. KERÄSEN ja HONKAVAARAN (1972) mukaan Laihian pitkäaikaisessa kenttäkokeessa kalkituksen nurmisatoa lisäävästä vaikutuksesta oli 30 vuoden kuluttua jäljellä vielä keskimäärin 63 % niissä koejäsenissä, jotka saivat NPK-lannoituksen. SILLANPÄÄN (1978) mukaan Laihian kokeessa annetusta suurimmasta kalkkimäärästä (21 t/ha) oli 35 vuoden kuluttua jäljellä maaperässä 59 %. Tässä kokeessa käytettiin tosin pääasiassa emäksisesti vaikuttavia lannoitteita eivätkä tulokset siten ole suoraan sovellettavissa nykyaikaan.

Käytännössä kalkitus suoritetaan kuitenkin siten, että maan pH nostetaan peruskalkituksella halutulle tasolle ja saavutettu taso pidetään tietyin välein tehtävällä ylläpitokalkituksella. Teoreettisesti ylläpitokalkitustarve on viljanviljelyssä 3 t/ha ja voimaperäisessä nurmiviljelyssä 5 t/ha 10 vuoden välein, mutta huomattavasti suurempiakin määriä näkee suositeltavan. Esimerkiksi KÖYLIJÄRVI (1991) suosittaa annettavaksi viljan viljelyssä ylläpitokalkituksena 4–5 t kalkkia/ha viiden vuoden välein.

Tätä tutkimusta on tarkasteltava lähinnä peruskalkitustutkimuksena. Tuloksista nähdään, milloin kalkituksella saadaan sadonlisäystä ja kuinka paljon kalkkia on hehtaaria kohden annettava halutun pH-arvon saavuttamiseksi. Tämän tutkimuksen mukaan maan pH:n kohottamiseksi halutulle tasolle kalkkia tarvitaan etenkin muilla kivennäismailla selvästi enemmän kuin nykyiset suositukset osoittavat.

KIRJALLISUUS

- ELONEN, P. 1991. Peltomaiden happamuuden syyt ja haitat. Kalkitusopas. Tieto Tuottamaan 55: 10–15.
- HAKKOLA, H. 1991. Nurmien kalkitus. Kalkitusopas. Tieto Tuottamaan 55: 42–44.
- HIIVOLA, S.-L. 1991. Viljojen kalkituskokeita Etelä-Pohjanmaalla. Kalkitusopas. Tieto Tuottamaan 55: 37–41.
- HONKAVAARA, T. 1938. Tuloksia kalkituskokeesta Laihialla vv. 1928–37. Sementtiyhdytys. Maatal.os. 15 p. Helsinki.
- 1951. Tuloksia huomattavimmasta kalkituskokeestamme. Koetoim. ja Käyt. 3: 1.
- JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M. 1985a. Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 11/85: 1–53.
- , HAKKOLA, H., HIIVOLA, S.-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. & VUORINEN, M. 1985b. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 10/85: 1–44.
- & JOKINEN, R. 1980. Comparison of fine and coarse limestones in pot and field experiments. Ann. Agric. Fenn. 19: 108–124.
- KERÄNEN, T. & HONKAVAARA, T. 1972. Kalkituskoe Laihialla vuosina 1928–1967. Kehittyvä Maatalous 6: 15–39.
- & MARJANEN, H. 1970. Kalkituksen vaikutus ja kannattavuus. Koetoim. ja Käyt. 27: 10.
- & MARJANEN, H. 1972. Kalkitus ja fosfaattilannoitus. Paikalliskokeiden tuloksia 1940-, 1950- ja 1960-luvulta. Kehittyvä Maatalous 6: 3–14.
- KÖYLIJÄRVI, J. 1966. Aitosaven kalkituksesta. Koetoim. ja Käyt. 23: 25.
- 1991. Kalkitus viljajaloilla. Kalkitusopas. Tieto Tuottamaan 55: 33–37.
- LAKANEN, E., SILLANPÄÄ, M., KURKI, M. & HYVÄRINEN, S. 1970. Maan viljavuustekijäin keskinäiset vuorosuhteet maalajeittain. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 42: 59–67.
- MELÉN, A. 1991. Kalkituksen kannattavuus. Kalkitusopas. Tieto Tuottamaan 55: 74–77.
- SAARELA, I. 1991. Kalkki ja kasvien ravinteiden saanti. Kalkitusopas. Tieto Tuottamaan 55: 19–24.
- SALLASMAA, S. 1991. Peltöjen happamuustilanne ja kalkin käyttö. Kalkitusopas. Tieto Tuottamaan 55: 4–9.
- SILLANPÄÄ, M. 1978. Kalkituksen pitkäaikainen vaikutus maaprofiilin kemiallisiin ominaisuuksiin. Maatalouden tutkimuskeskus. Maantutkimuslaitos. Tiedote 1/1978: 1–10.
- TUORILA, P. 1946. Viljelysmaittemme kalkituskysymyksestä. Maatal. ja Koetoim. 1: 54–67.
- , TAINIO, A. & TERÄSVUORI, A. 1939. Suomen viljelysmaiden kalkitustarpeesta. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 104: 1–529.
- Viljavuuspalvelu 1992. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. 64 p.

Taulukko 1. Kalkituskokeiden ja koevuosien lukumäärä (kpl).

	Savimaat	Muut kivennäis- maat	Elo- peräiset maat	Yhteensä
Kalkitustarvekokeet				
Kokeita	10	12	6	28
Koevuosia	20	24	12	56
Kalkkimääräkokeet				
Viljat				
Kokeita	9	4	2 (3)	15 (16)
Koevuosia	52	17	12 (14)	81 (83)
Nurmet				
Kokeita	5	3	1 (2)	9 (10)
Koevuosia	15	6	2 (4)	23 (25)

Suluissa olevat luvut sisältävät Kainuun tutkimusasemalla vuosina 1984–1987 olleen kokeen, jonka tulokset kuitenkin jätettiin pois yhteenvetotuloksista.

Taulukko 2. Kalkitustarvekokeiden yhteenvetotulokset. Kalkitus 8 t/ha. Sato- ja satotulosten osalta tulokset osoittavat kahden koevuoden keskiarvoja.

	Savimaat	Muut kiv.maat	Elop.maat	Kaikki maat
Maan ominaisuudet kokeen alussa				
pH	5,59	5,55	5,01	5,45
Ca, mg/l	1190	1090	1310	1170
K, mg/l	190	120	50	130
Mg, mg/l *)	90	150	180	150
P, mg/l	7,5	9,9	8,6	8,8
Sato ilman kalkkia, kg/ha	4090	3030	3340	3470
Kalkituksen vaikutus				
Sato, kg/ha	+360	+210	+250	+270
1000 s.p., g	+0,7	+0,4	+1,2	+0,7
HLP, kg	+0,4	+0,2	+0,7	+0,4
Raakavalk., %	+0,05	+0,11	-0,60	-0,08
pH	+0,25	+0,21	+0,26	+0,23
Ca, mg/l	+220	+170	+140	+180
K, mg/l	0	0	-10	0
Mg, mg/l *)	+60	+40	+60	+50
P, mg/l	0	+0,6	-0,6	+0,1

*) Mg vain niistä kokeista, joissa käytettiin dolomiittikalkkia.

**Taulukko 3. Kalkitustarvekokeiden yhteenvetotulokset. Kalkituksella saadun sadonlisäyksen riippuvuus eri tekijöistä (korrelaatioker-
toimet).**

	Savimaat	Muut kiv.maat	Elop.maat	Kaikki maat
Havaintoja, kpl	7-9	10-12	5-6	22-28
Sato ilman kalkitusta	-0,18	-0,82**	-0,49	-0,46*
1000 s.p.	+0,70	+0,47	+0,92*	+0,69***
HLP	+0,95***	+0,45	+0,81	+0,78***
Raakavalk., %	-0,73*	-0,02	-0,66	-0,43*
Maan ominaisuudet ennen kalkitusta				
pH	-0,68*	-0,63*	-0,91*	-0,55**
Ca, mg/l	-0,45	-0,67*	-0,63	-0,55**
K, mg/l	-0,45	-0,02	-0,82*	-0,11
Mg, mg/l	-0,44	-0,39	-0,61	-0,36
P, mg/l	+0,24	-0,02	-0,33	-0,06
Kalkituksen aiheuttama maan				
pH:n muutos	+0,45	+0,64*	+0,88	+0,59**
Ca:n muutos	+0,10	+0,34	+0,24	+0,24
K:n muutos	-0,18	+0,44	-0,08	+0,16
Mg:n muutos	+0,54	+0,59	+0,45	+0,45*
P:n muutos	-0,17	-0,35	-0,70	-0,30
Viljan vaatavuus	+0,28	+0,78**	-0,44	+0,40*

Taulukko 4. Kalkituksen (8 t/ha) antama sadonlisäys (kg/ha) eri viljavuusluokissa. 1. asteen yhtälön antamat luvut viljavuusluokkien keskiarvojen kohdalta (viljavuusluokka "huonon" keski-pH savimailla 4,9, muilla kivennäismailla 4,7 ja eloperäisellä mailla 4,2).

Viljavuusluokka (pH)	Savimaat	Muut kiv.maat	Elop.maat
Huono	817	809	1369
Huononlainen	555	530	816
Välttävä	293	251	263
Tyydyttävä	31	0	0
Hyvä	0	0	0
pH, jossa sadonlisäys = 0	6,15	5,86	5,19
Sadonlisäys, kg/pH-yksikkö	655	697	1381

Taulukko 5. Kalkkimääräkokeiden yhteenvedot. Sadot ja maa-analyysit.

	Savi- maat	Muut kiv.maat	Elop. maat	Kaikki maat
Viljasato, kg /ha				
Kalkitus 0 t/ha	3700	2550	2640	3250
4 t/ha	+220	+710	-90	+310
8 t/ha	+250	+920	+50	+400
12 t/ha	+280	+1160	+270	+510
Nurmisato, kg/ha				
Kalkitus 0 t/ha	8180	7380	8230	7920
4 t/ha	+800	+330	+200	+580
8 t/ha	+1020	+720	+270	+840
12 t/ha	+890	+680	+190	+740
pH kokeen alussa	5,60	5,23	5,03	5,42
pH kokeen aikana				
Kalkitus 0 t/ha	5,66	5,28	5,08	5,48
4 t/ha	+0,18	+0,24	+0,13	+0,19
8 t/ha	+0,37	+0,45	+0,26	+0,38
12 t/ha	+0,52	+0,56	+0,37	+0,51
Ca, mg/l alussa	1200	610	1480	1080
Ca, mg/l kokeen aikana				
Kalkitus 0 t/ha	1320	760	2070	1270
4 t/ha	+150	+190	+80	+150
8 t/ha	+310	+400	+290	+330
12 t/ha	+410	+450	+380	+410
K, mg/l alussa	170	100	60	150
K, mg/l kokeen aikana				
Kalkitus 0 t/ha	150	120	70	130
4 t/ha	+0	-10	+0	-0
8 t/ha	-10	+0	-10	-10
12 t/ha	-10	-10	-10	-10
Mg, mg/l alussa *)	110	70	130	100
Mg, mg/l kokeen aikana *)				
Kalkitus 0 t/ha	110	70	200	120
4 t/ha	+50	+40	+60	+50
8 t/ha	+80	+70	+110	+80
12 t/ha	+100	+80	+140	+100
P, mg/l alussa	9,5	7,6	5,0	9,1
P, mg/l kokeen aikana				
Kalkitus 0 t/ha	8,8	8,3	10,2	8,9
4 t/ha	-0,1	-0,3	-0,8	-0,3
8 t/ha	-0,1	-0,3	-1,6	-0,4
12 t/ha	+0,1	-0,1	-1,3	-0,1

*) Magnesiumin osalta tiedot vain niistä kokeista, joissa käytettiin dolomiitti-kalkkia.

**Taulukko 6. Kalkkimääräkokeiden yhteenvetotulokset.
Viljasato eri kalkitustasoilla.**

Maan pH kokeen alussa	Viljasato eri kalkitustasoilla, kg/ha			
	0 t/ha	4 t/ha	8 t/ha	12 t/ha
Savimaat				
4,97	3220	3500	3690	3550
5,20	3840	4320	4450	4520
5,27	4140	4770	4770	4870
5,36	3860	3950	3910	3930
5,47	3600	3800	3860	3910
5,77	3040	3000	3050	2940
5,80	3500	3880	3870	3970
5,92	4450	4410	4250	4410
6,64	3610	3570	3630	3640
Muut kivennäismaat				
4,48	210	1990	2910	3780
5,09	2550	3480	3290	3350
5,29	3960	3960	3900	3950
6,07	3490	3630	3780	3770
Eloperäiset maat				
4,98	2770	2590	2750	3130
5,07	2510	2510	2620	2690

**Taulukko 7. Kalkkimääräkokeiden yhteenvetotulokset.
Nurmisato eri kalkitustasoilla.**

Maan pH kokeen alussa	Nurmisato eri kalkitustasoilla, kg/ha			
	0 t/ha	4 t/ha	8 t/ha	12 t/ha
Savimaat				
4,97	6050	8320	9020	9050
5,20	9440	10400	11040	10520
5,36	9020	9040	9340	9830
5,77	6930	7350	7190	6900
5,92	9480	9810	9440	9070
Muut kivennäismaat				
4,48	9140	9390	9890	10230
5,09	6580	7180	7720	7440
6,07	6410	6560	6690	6510
Eloperäiset maat				
4,98	8230	8430	8500	8420

Taulukko 8. Kalkituksen vaikutus jankon ominaisuuksiin.

	Kalkitus, t/ha		
	4	8	12
Savimaat, 8 kpl			
pH	+0,10	+0,28	+0,31
Ca, mg/l	+100	+250	+250
Mg, mg/l *)	+20	+70	+50
Muut kivennäismaat, 2 kpl			
pH	+0,00	+0,11	+0,39
Ca, mg/l	-30	+240	+230
Mg, mg/l *)	+20	+40	+60
Eloperäiset maat, 2 kpl			
pH	+0,06	+0,14	+0,17
Ca, mg/l	+60	+200	+320
Mg, mg/l *)	+40	+80	+80
Kaikki maat, 12 kpl			
pH	+0,08	+0,23	+0,30
Ca, mg/l	+70	+240	+260
Mg, mg/l *)	+20	+60	+60

*) Magnesiumin osalta tiedot vain niistä kokeista, joissa käytettiin dolomiittikalkkia.

Taulukko 9. Kalkkimääräkokeiden yhteenvedot. Sadon laatu.

	Kalkkia t/ha	Savi- maat	Muut kiv.maat	Elop. maat	Kaikki maat
Viljan laatu					
1000 s.p., g	0	39,0	36,2	34,1	37,5
	4	-0,1	+1,0	-0,8	+0,1
	8	+0,1	+0,4	-0,2	+0,1
	12	+0,1	+0,8	-0,2	+0,3
HLP, kg	0	63,0	61,0	58,2	61,7
	4	+0,2	+1,0	-0,6	+0,3
	8	+0,1	+0,7	-0,7	+0,2
	12	+0,2	+0,9	-0,4	+0,3
Raaka- valk., %	0	12,7	12,5	13,7	12,8
	4	+0,1	+0,1	+0,4	+0,1
	8	+0,1	+0,4	+0,3	+0,2
	12	+0,2	+0,3	+0,0	+0,2
Nurmirehun laatu					
Ca, g/kg	0	7,28	2,30	3,57	5,32
	4	+0,06	+0,58	-0,16	+0,17
	8	+0,29	+0,83	+0,11	+0,42
	12	+0,32	+0,89	+0,62	+0,52
K, g/kg	0	28,9	30,8	20,8	28,3
	4	-0,6	-0,7	+0,2	-0,5
	8	-0,4	+0,1	+0,0	-0,2
	12	+0,0	-1,8	+0,4	-0,5
Mg, g/kg*)	0	1,96	1,10	1,16	1,60
	4	+0,21	+0,28	+0,00	+0,19
	8	+0,31	+0,40	+0,13	+0,31
	12	+0,32	+0,38	+0,21	+0,32
P, g/kg	0	3,00	2,79	2,79	2,93
	4	-0,01	+0,04	-0,11	-0,01
	8	-0,02	+0,02	+0,00	-0,00
	12	+0,03	+0,11	-0,01	+0,05
Raaka- valk., %	0	14,1	12,2	11,8	13,2
	4	+0,3	-0,2	-0,4	+0,1
	8	+0,4	-0,2	-0,1	+0,2
	12	+0,2	-0,2	+0,1	+0,0

*) Magnesium osalta tiedot vain niistä kokeista, joissa käytettiin dolomiittikalkkia.

Taulukko 10. Kalkituksen vaikutus nurmen apilapitoisuuteen.

Koe n:o	Maalaji/ pH	Niitto/ vuosi	Nurmen apilapitoisuus (0–ruudut) ja kalkituksen vaikutus, %			
			0 t/ha	4 t/ha	8 t/ha	12 t/ha
31	HsS/ 5,92	1/87	53	–11	–3	–11
		2/87	66	–4	–4	–5
		1/88	62	–17	–21	–15
		2/88	37	+2	+1	–10
32	HsS/ 5,36	1/87	34	+21	+23	+1
		2/87	67	+6	+7	–11
		1/88	52	+9	+7	+3
		2/88	67	+2	–6	–19
35	HHt/ 4,48	1/86	0	+0	+1	+0
		2/86	1	+2	+0	+1
Apila tuhoutui talven aikana						
36	HsS/ 5,20	1/86	1	–1	+2	+1
		2/86	4	–1	+12	+13
Apila tuhoutui talven aikana						
40	KHt/ 6,07	1/88	64	–11	–11	–8
		2/88	51	+14	+13	+19
42	HsS/ 4,97	1/86	6	+10	+17	+22
		2/86	41	+16	+22	+16
		1/87	22	+23	+25	+28
		2/87	35	+17	+17	+17
		1/88	35	+16	+3	+9
		2/88	74	+6	+7	+1
43	LCt/ 4,98	1/87	2	+1	+6	+20
		2/87	0	+1	+1	+2
		1/88	1	+2	+2	+3
		2/88	0	+0	+2	+1
44	Ct/ 4,57	1/86	3	+6	+0	+4
		2/86	38	–16	–16	–26
		1/87	29	–13	–6	–22
		2/87	46	–6	–7	–2

Taulukko 11. Kalkituksen antama viljasadon lisäys (kg/ha) eri viljavuusluokissa. Ensimmäisen asteen yhtälön antamat luvut viljavuusluokkien keskiarvojen kohdalla (viljavuusluokka "huonon" keski-pH savimailla 4,9 ja muilla kiv.mailla 4,7).

Viljavuus- luokka (pH)	Kalkitus, t/ha			
	4	8	12	\bar{x}
Savimaat, 9 kpl				
Huono (4,9)	430	514	515	486
Huononlainen (5,3)	307	362	378	349
Välttävä (5,7)	185	209	241	212
Tyydyttävä (6,1)	63	56	104	74
Hyvä (6,5)	0	0	0	0
pH, jossa sadonlisäys = 0	6,31	6,25	6,40	6,32
Sadonlisäys, kg/pH-yksikkö	306	382	342	343
Muut kivennäismaat, 4 kpl				
Huono (4,7)	1271	1700	2218	1730
Huononlainen (5,1)	851	1113	1423	1129
Välttävä (5,5)	432	525	628	528
Tyydyttävä (5,9)	12	0	0	0
Hyvä (6,3)	0	0	0	0
pH, jossa sadonlisäys = 0	5,91	5,85	5,81	5,85
Sadonlisäys, kg/pH-yksikkö	1049	1470	1988	1502

Taulukko 12. Kalkituksen antama nurmisadon lisäys (kg/ha) eri viljavuusluokissa. Ensimmäisen asteen yhtälön antamat luvut viljavuusluokkien keskiarvojen kohdalla (viljavuusluokka "huonon" keski-pH savimailla 4,9 ja muilla kiv.mailla 4,7).

Viljavuus- luokka (pH)	Kalkitus, t/ha			
	4	8	12	\bar{x}
Savimaat, 5 kpl				
Huono (4,9)	1687	2555	2597	2280
Huononlainen (5,3)	1035	1428	1341	1268
Välttävä (5,7)	383	300	86	256
Tyydyttävä (6,1)	0	0	0	0
Hyvä (6,5)	0	0	0	0
pH, jossa sadonlisäys = 0	5,93	5,81	5,73	5,80
Sadonlisäys, kg/pH-yksikkö	1631	2819	3138	2529
Muut kivennäismaat, 3 kpl				
Huono (4,7)	384	903	1010	766
Huononlainen (5,1)	344	763	755	621
Välttävä (5,5)	304	623	501	476
Tyydyttävä (5,9)	264	483	246	331
Hyvä (6,3)	224	343	0	186
pH, jossa sadonlisäys = 0	8,54	7,28	6,29	6,81
Sadonlisäys, kg/pH-yksikkö	100	350	637	362

Taulukko 13. Maan happamuuden muutos käytettyä kalkkitonnia kohden eri kalkkimääräkokeissa. Luvut perustuvat kokeen aikaisten pH:n määritysten keskiarvoihin.

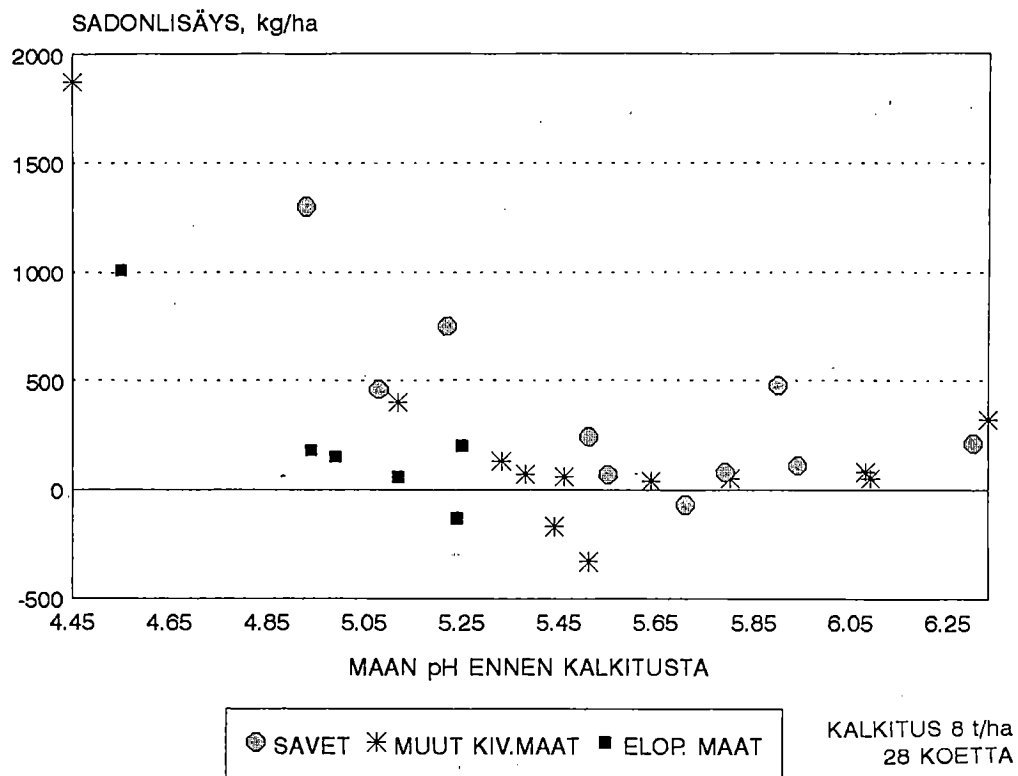
Koe n:o	Maa- laji	pH alussa	pH:n nousu/kalkkitonni			
			4 t/ha	8 t/ha	12 t/ha	\bar{x}
Savimaat						
29	AS	5,80	0,045	0,040	0,043	0,043
30	LjS	5,27	0,040	0,069	0,062	0,057
31	HsS	5,92	0,053	0,036	0,056	0,048
32	HsS	5,36	0,068	0,060	0,051	0,060
34	HtS	5,47	0,028	0,044	0,042	0,038
36	HsS	5,20	0,040	0,035	0,034	0,036
39	HsS	6,64	0,010	0,031	0,013	0,018
41	HtS	5,77	0,060	0,056	0,044	0,053
42	HsS	4,97	0,063	0,049	0,048	0,053
\bar{x} keskiarvo			0,045	0,047	0,044	0,045
\bar{x} ilman koetta 39			0,050	0,049	0,048	0,049
Muut kivennäismaat						
33	HHt	5,29	0,068	0,078	0,052	0,066
35	HHt	4,48	0,078	0,068	0,064	0,070
37	HHt	5,09	0,065	0,070	0,049	0,061
40	KHt	6,07	0,025	0,011	0,020	0,019
\bar{x} keskiarvo			0,059	0,057	0,046	0,054
\bar{x} ilman koetta 40			0,070	0,072	0,055	0,066
Eloperäiset maat						
38	Ct	5,07	0,050	0,039	0,034	0,041
43	Ct	4,98	0,013	0,026	0,028	0,022
\bar{x} keskiarvo			0,032	0,033	0,031	0,032

Taulukko 14. Kalkkimääräkokeiden tilakohtaiset tulokset. Viljakokeet.

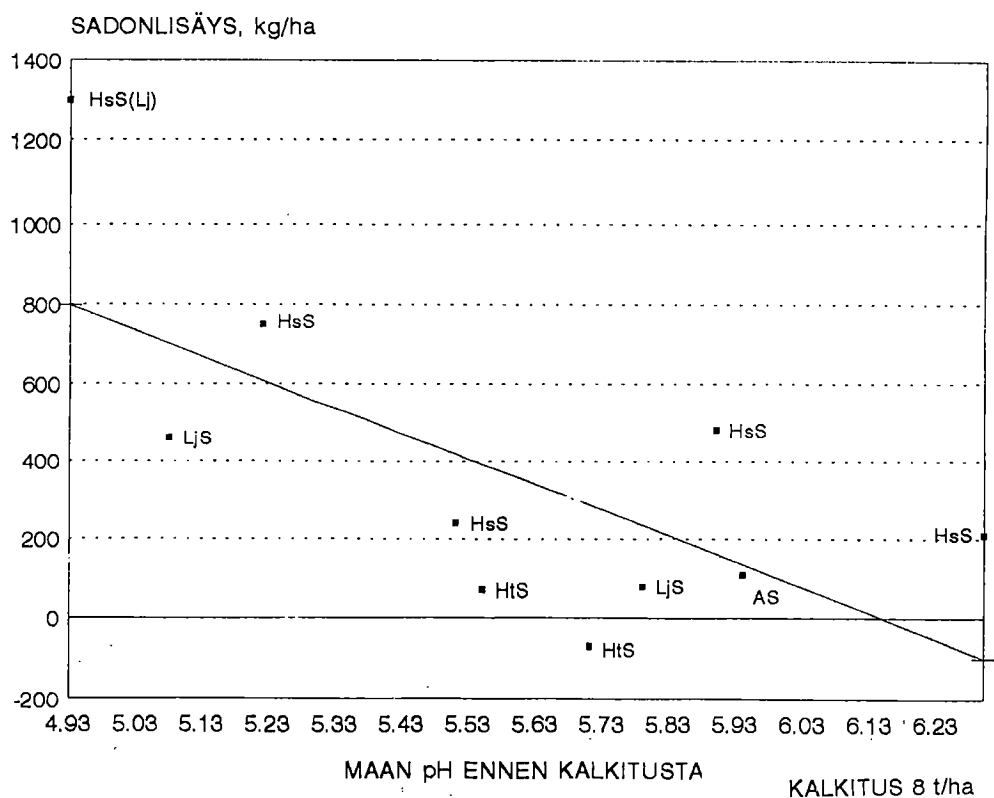
Koe n:o	Maa- laji	pH	Viljan vaativuus (1–3)	Sato kg/ha	Kalkitus, t/ha		
					4	8	12
29	AS	5,80	2,9	3500			
	–sadonlisäys, kg/ha				+380	+370	+470
	–sadonlisäys, mk/ha				+532	+518	+658
	–kuoletusaika, vuosia				1,6	3,3	3,9
30	LjS	5,27	2,9	4140			
	–sadonlisäys, kg/ha				+630	+630	+730
	–sadonlisäys, mk/ha				+882	+882	+1022
	–kuoletusaika, vuosia				1,0	2,0	2,5
33	HHt	5,29	1,1	3960			
	–sadonlisäys, kg/ha				0	–60	–10
	–sadonlisäys, mk/ha				0	0	0
	–kuoletusaika, vuosia				–	–	–
34	HtS	5,47	1,1	3600			
	–sadonlisäys, kg/ha				+200	+260	+310
	–sadonlisäys, mk/ha				+280	+364	+434
	–kuoletusaika, vuosia				3,1	4,7	5,9
38	Ct	5,07	2,1	2510			
	–sadonlisäys, kg/ha				0	+110	+180
	–sadonlisäys, mk/ha				0	+154	+252
	–kuoletusaika, vuosia				–	11,2	10,2
39	HsS	6,64	1,5	3610			
	–sadonlisäys, kg/ha				–40	+20	+30
	–sadonlisäys, mk/ha				0	+28	+42
	–kuoletusaika, vuosia				–	61,4	61,4

Taulukko 15. Kalkkimääräkokeiden tilakohtaiset tulokset. Kokeet, joissa viljeltiin sekä viljaa että nurmea. Taulukon luvut esittävät kalkituksen vaikutusta kierrossa, jossa on kaksi viljavuotta ja kolme nurmi-vuotta.

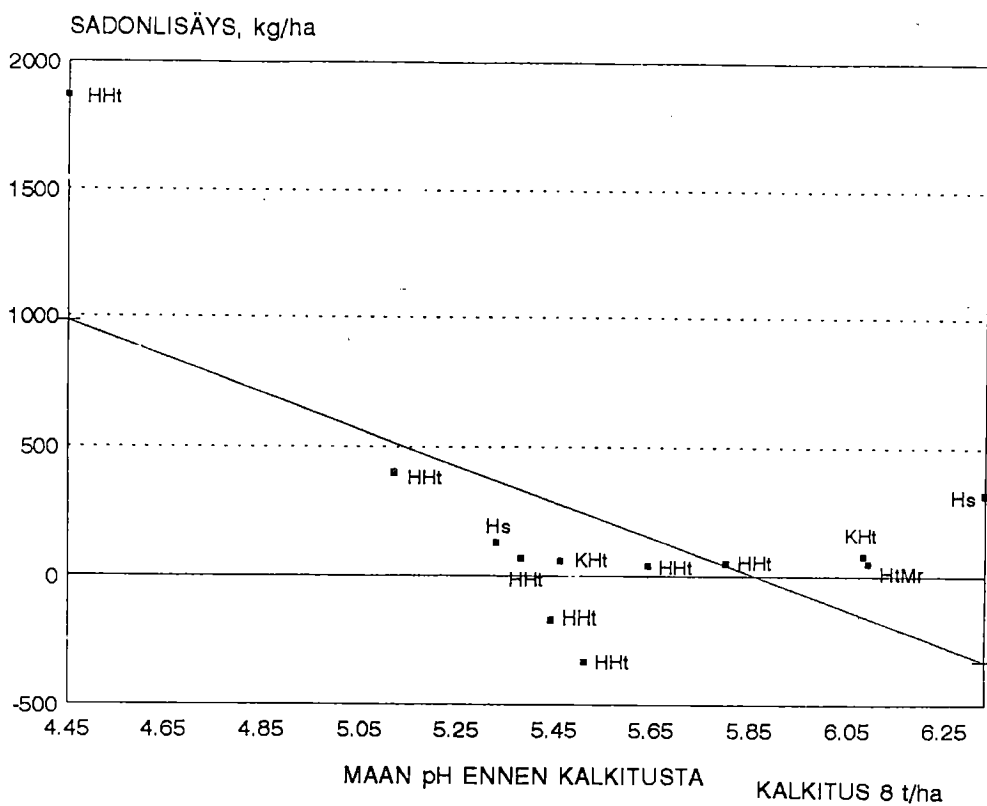
Koe n:o	Maa- laji	pH	Viljan vaativuus (1-3)	Sato kg/ha	Kalkitus, t/ha		
					4	8	12
31	HsS	5,92	1,0	6160			
	–sadonlisäys, kg/ha				+140	–100	–200
	–sadonlisäys, mk/ha				+196	0	0
	–kuoletusaika, vuosia				4,4	–	–
32	HsS	5,36	1,0	5710			
	–sadonlisäys, kg/ha				+50	+170	+400
	–sadonlisäys, mk/ha				+70	+238	+560
	–kuoletusaika, vuosia				12,2	7,2	4,6
35	HHt	4,48	3,0	4300			
	–sadonlisäys, kg/ha				+830	+1430	+1930
	–sadonlisäys, mk/ha				+1162	+2002	+2702
	–kuoletusaika, vuosia				0,7	0,9	1,0
36	HsS	5,20	3,0	5890			
	–sadonlisäys, kg/ha				+635	+982	+770
	–sadonlisäys, mk/ha				+889	+1375	+1078
	–kuoletusaika, vuosia				1,0	1,3	2,4
37	HHt	5,09	2,0	4060			
	–sadonlisäys, kg/ha				+650	+820	+720
	–sadonlisäys, mk/ha				+910	+1148	+1008
	–kuoletusaika, vuosia				0,9	1,5	2,6
40	KHt	6,07	1,7	4350			
	–sadonlisäys, kg/ha				+130	+250	+160
	–sadonlisäys, mk/ha				+182	+350	+224
	–kuoletusaika, vuosia				4,7	4,9	11,5
41	HtS	5,77	1,5	4410			
	–sadonlisäys, kg/ha				+180	+120	–50
	–sadonlisäys, mk/ha				+252	+168	0
	–kuoletusaika, vuosia				3,4	10,2	–
42	HsS	4,97	1,3	4080			
	–sadonlisäys, kg/ha				+1160	+1560	+1520
	–sadonlisäys, mk/ha				+1624	+2184	+2128
	–kuoletusaika, vuosia				0,5	0,8	1,2
43	LCt	4,98	1,0	4910			
	–sadonlisäys, kg/ha				+20	+120	+230
	–sadonlisäys, mk/ha				+28	+168	+322
	–kuoletusaika, vuosia				30,7	10,2	8,0



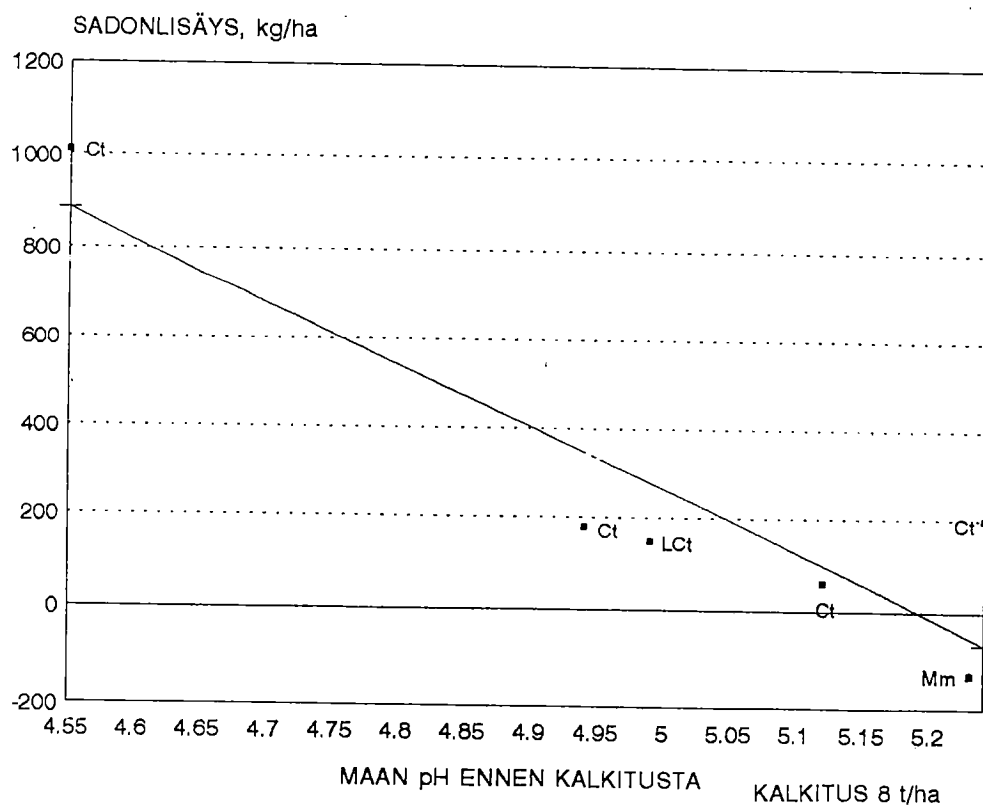
Kuva 1. Kalkituksen vaikutus ohran satoon. Punnitustulokset maalajiryhmittäin.



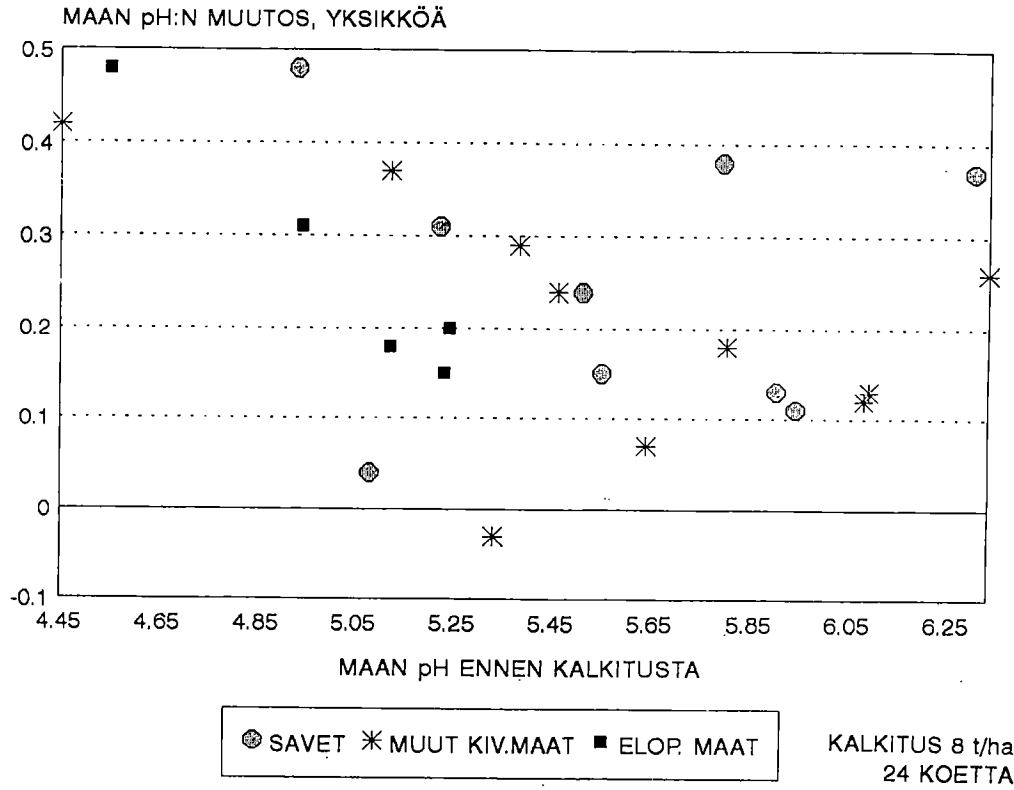
Kuva 2. Kalkituksen vaikutus ohran satoon. Punnitustulokset ja 1. asteen suora. Savimaat (10 kpl).



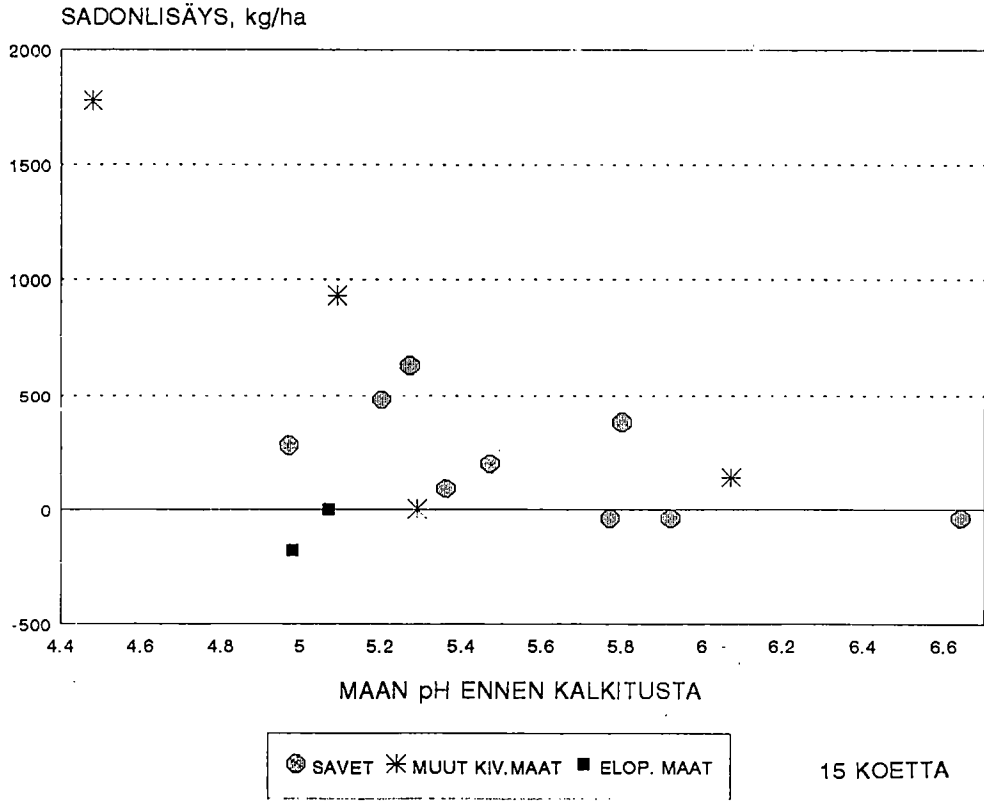
Kuva 3. Kalkituksen vaikutus ohran satoon. Punnitustulokset ja 1. asteen suora. Muut kivennäismaat (12 kpl).



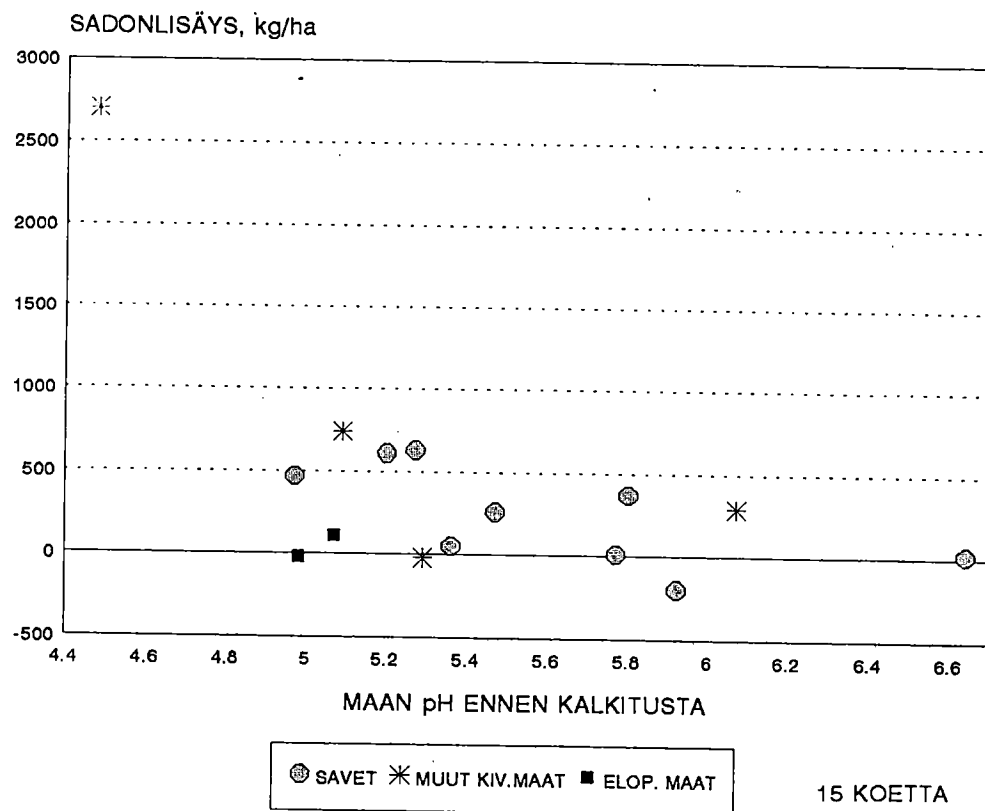
Kuva 4. Kalkituksen vaikutus ohran satoon. Punnitustulokset ja 1. asteen suora. Eloperäiset maat (6 kpl).



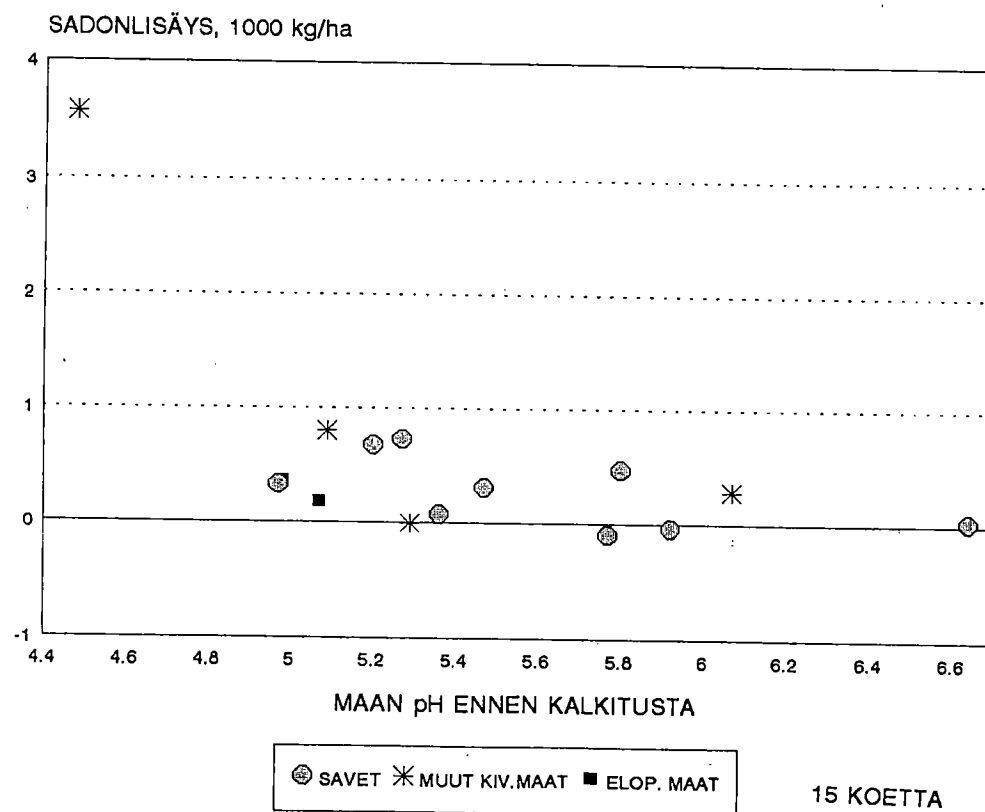
Kuva 5. Kalkituksen aiheuttama maan pH:n nousu ja maan alkuperäinen happamuus.



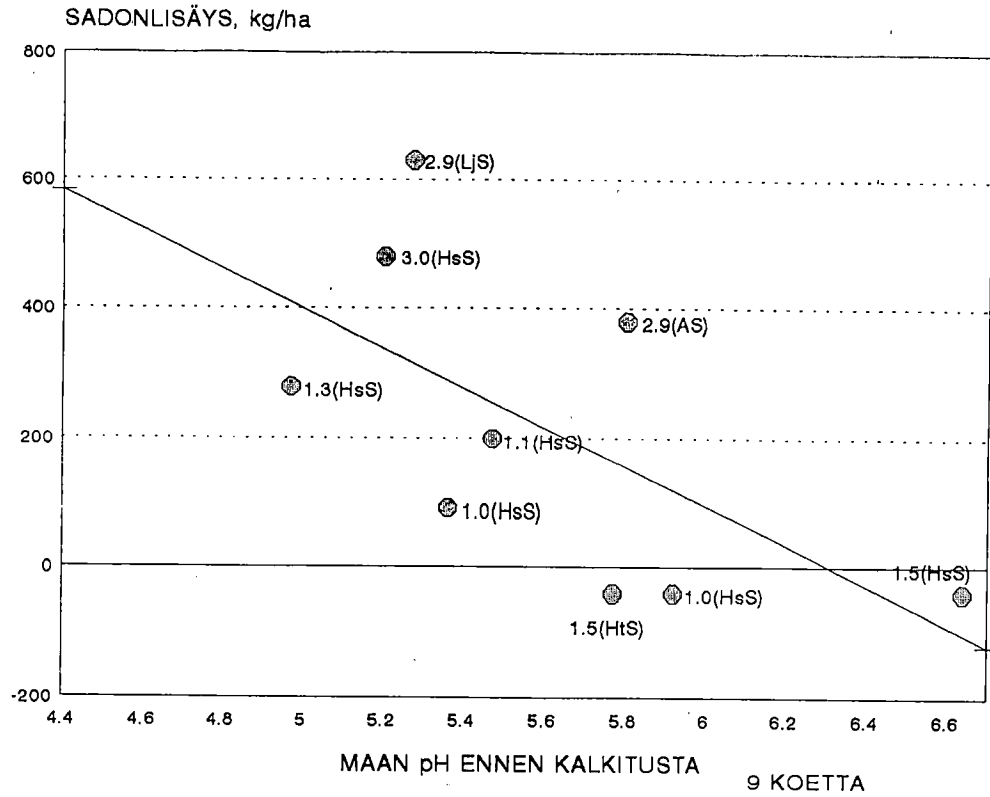
Kuva 6. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 4 t/ha.



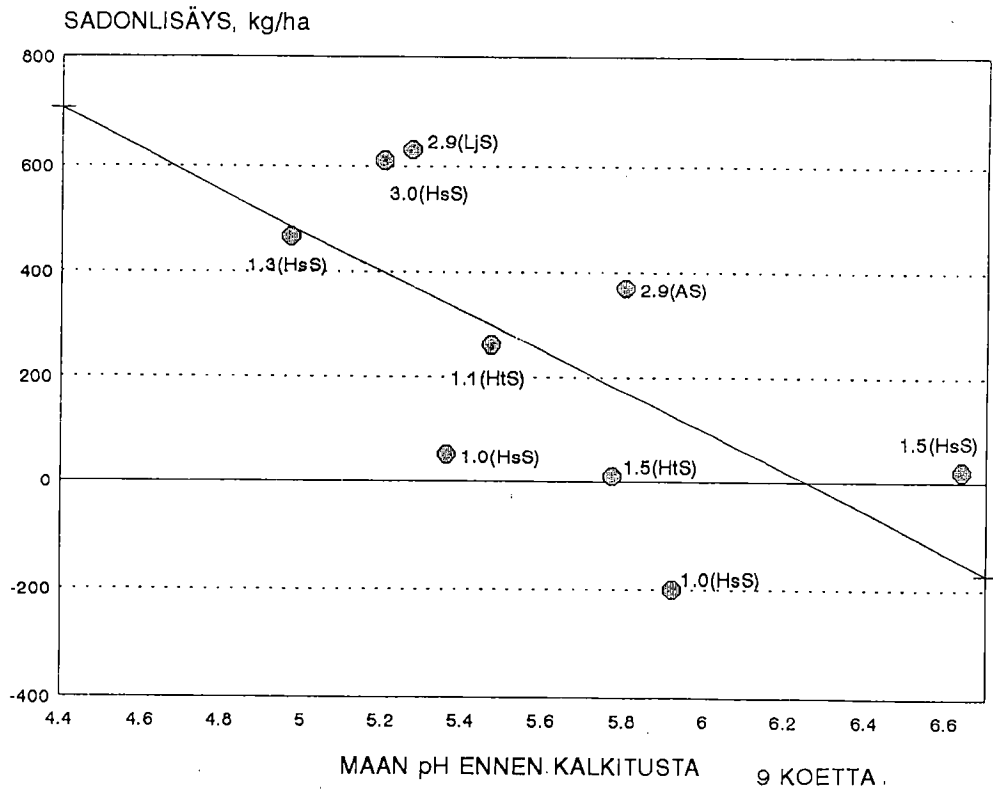
Kuva 7. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 8 t/ha.



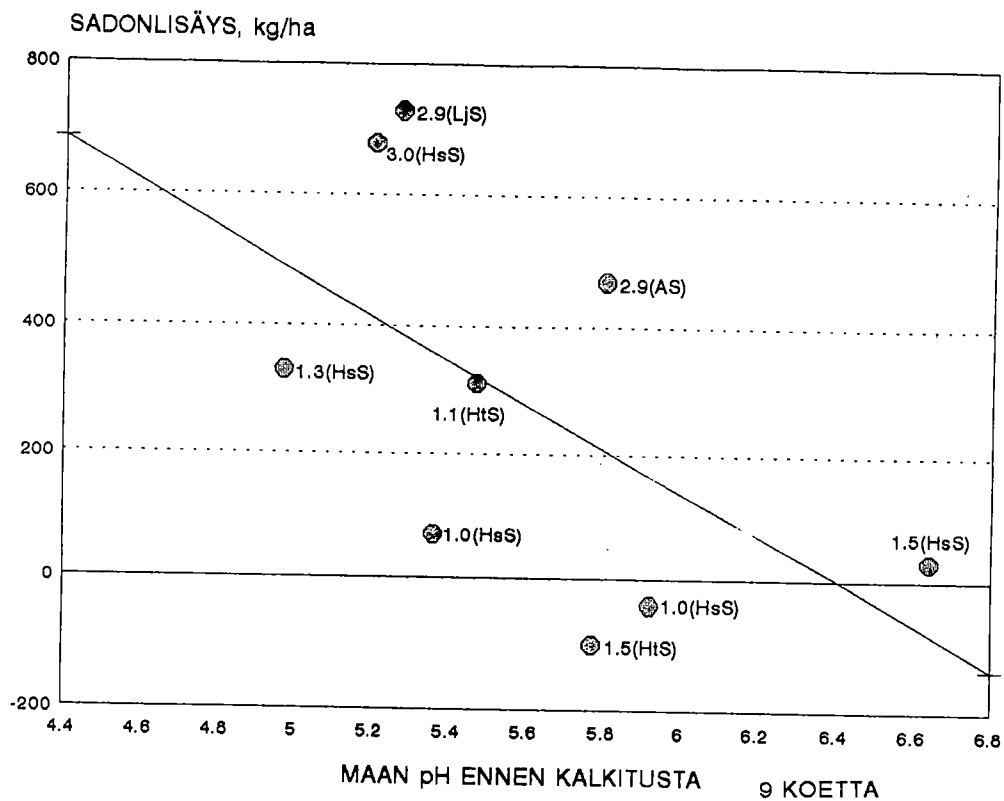
Kuva 8. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 12 t/ha.



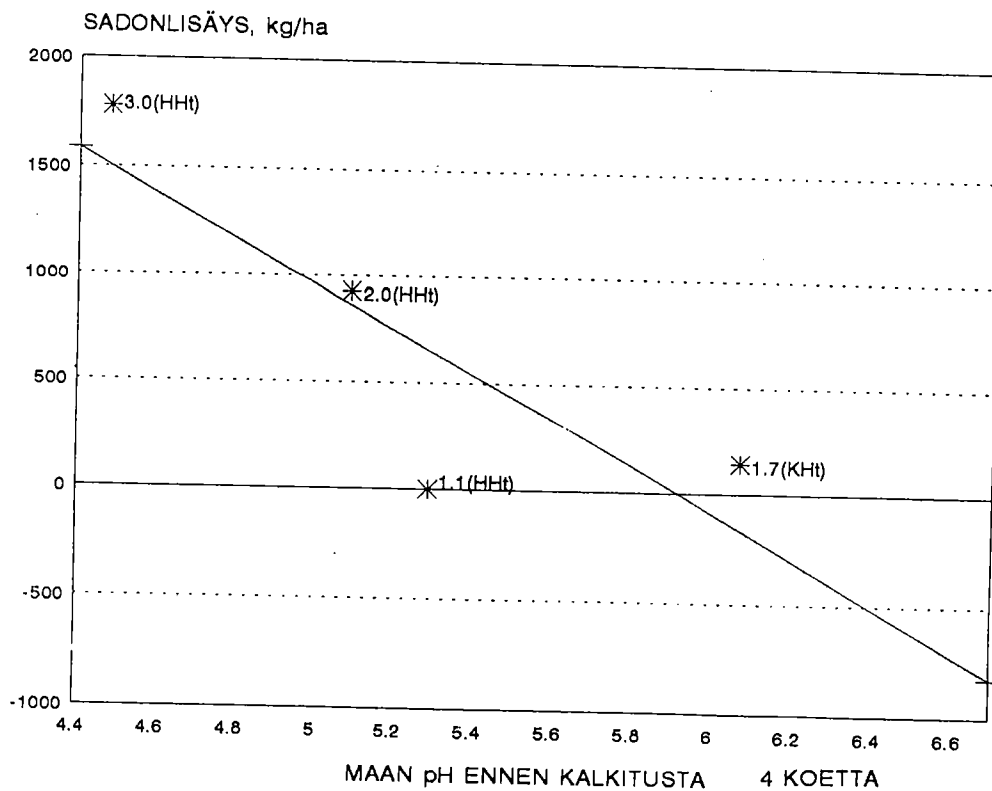
Kuva 9. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 4 t/ha, savimaat (pisteen vieressä viljan vaativuus ja maalaji).



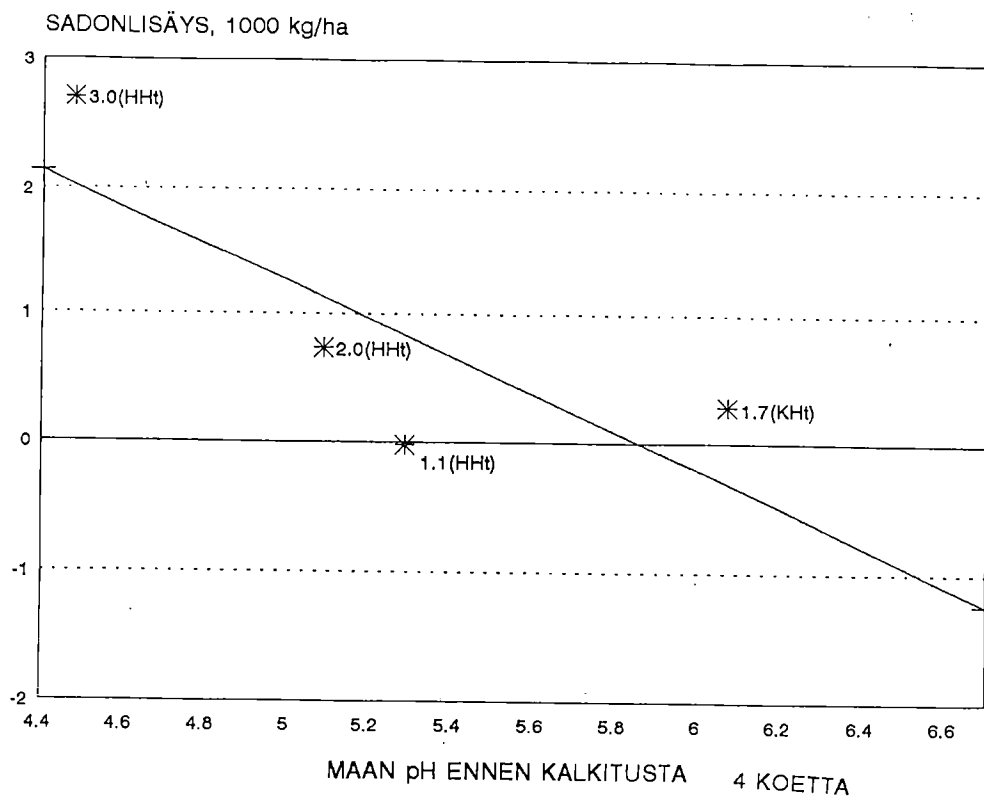
Kuva 10. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 8 t/ha, savimaat (pisteen vieressä viljan vaativuus ja maalaji).



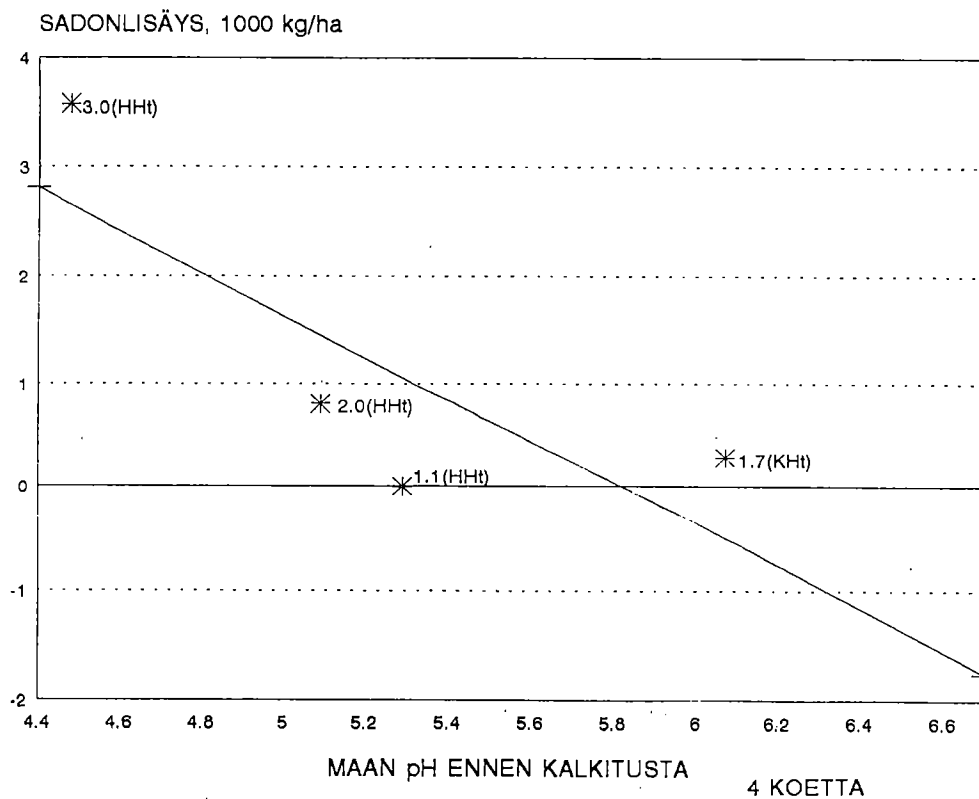
Kuva 11. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 12 t/ha, savimaat (pisteen vieressä viljan vaatavuus ja maalaji).



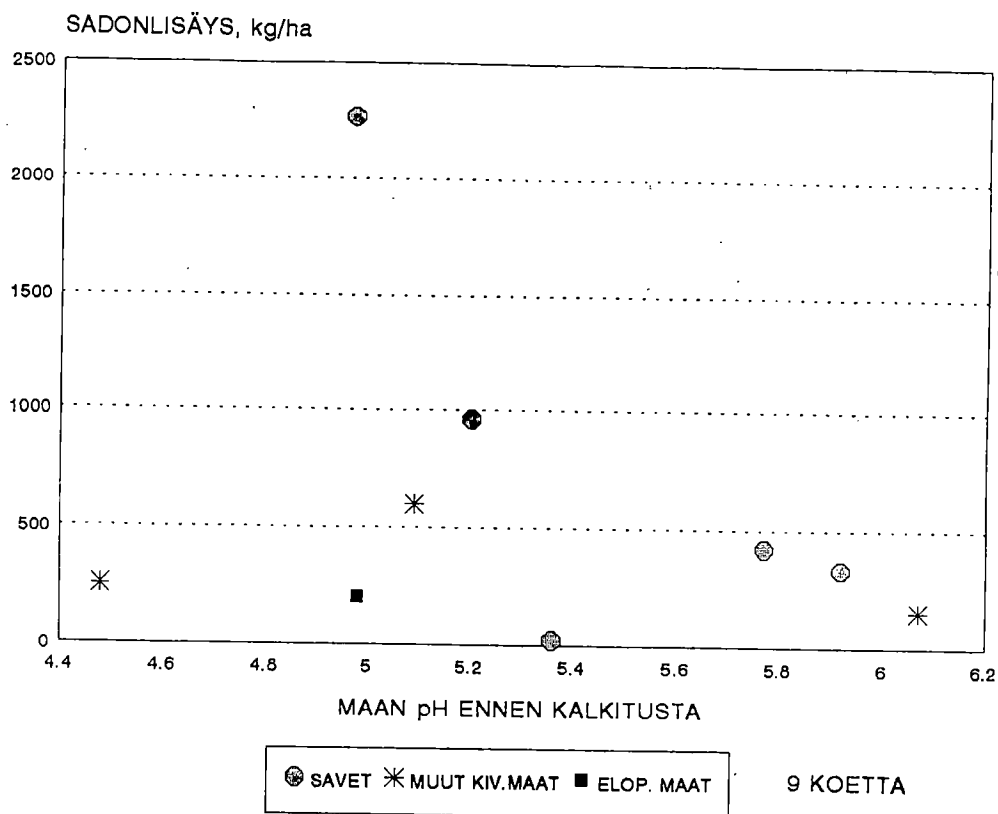
Kuva 12. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 4 t/ha, muut kivennäismaat (pisteen vieressä viljan vaatavuus ja maalaji).



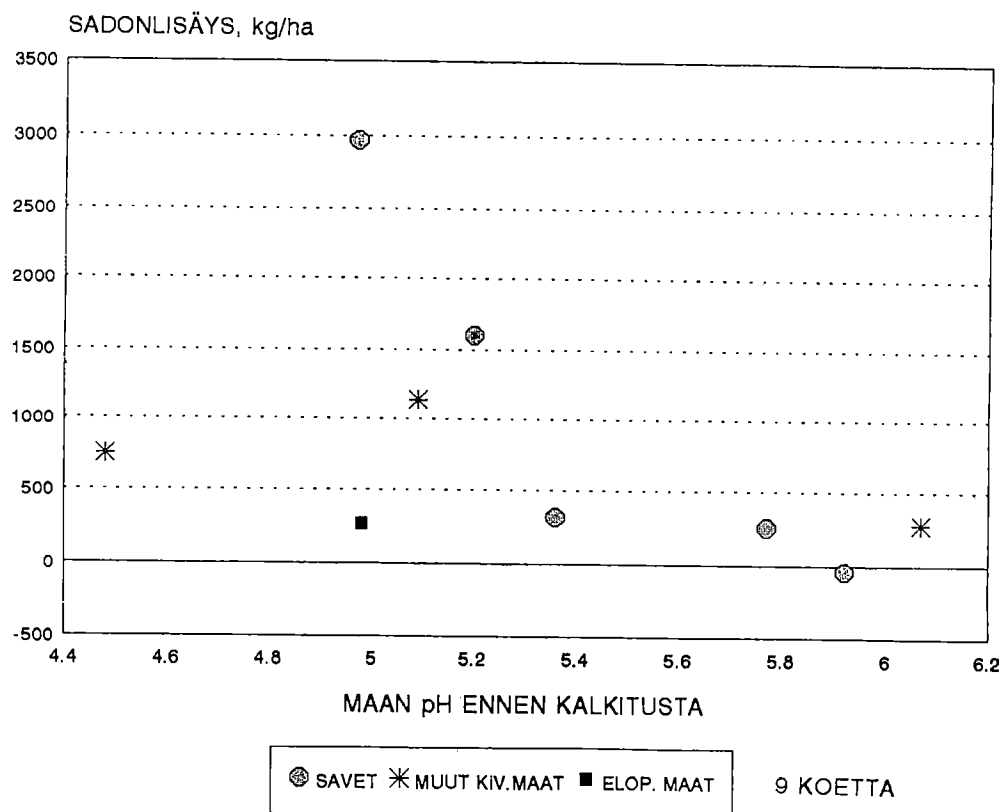
Kuva 13. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 8 t/ha, muut kivennäismaat (pisteen vieressä viljan vaativuus ja maalaji).



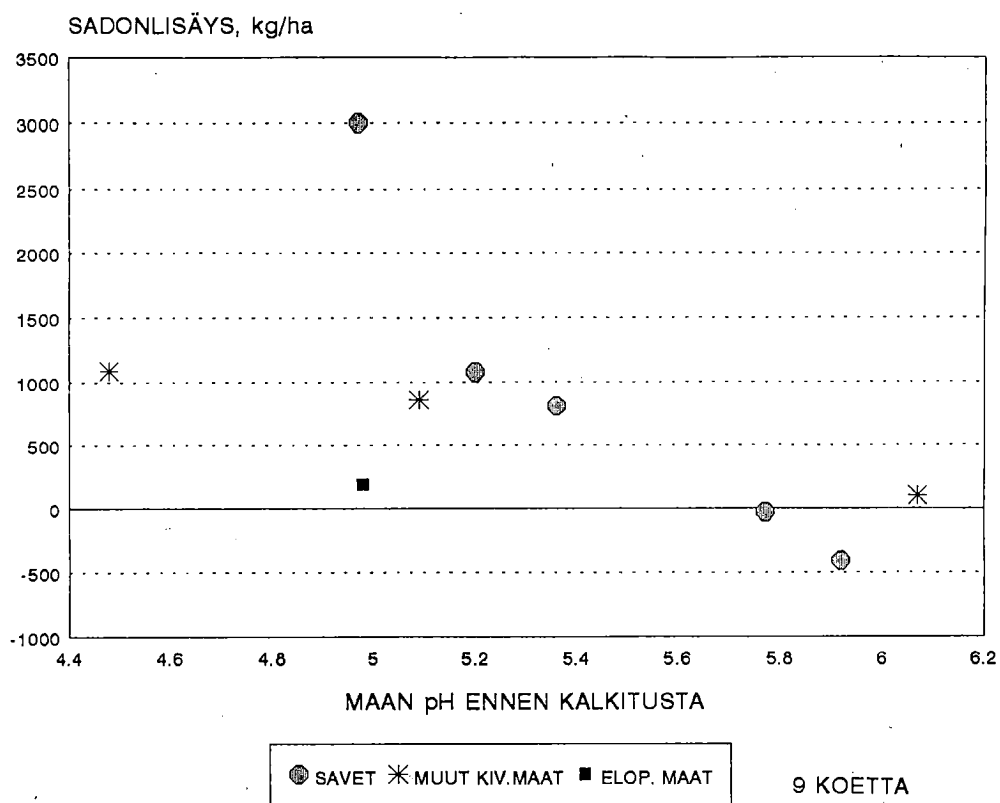
Kuva 14. Kalkituksen vaikutus viljasatoon. Kalkitus 12 t/ha, muut kivennäismaat (pisteen vieressä viljan vaativuus ja maalaji).



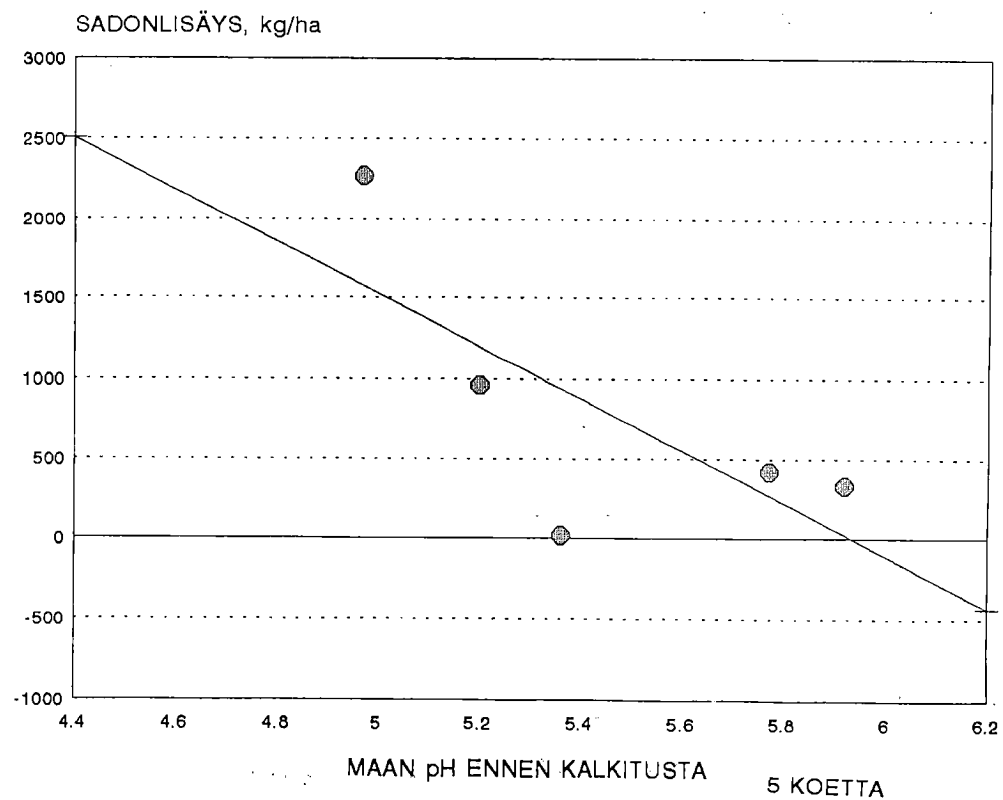
Kuva 15. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 4 t/ha.



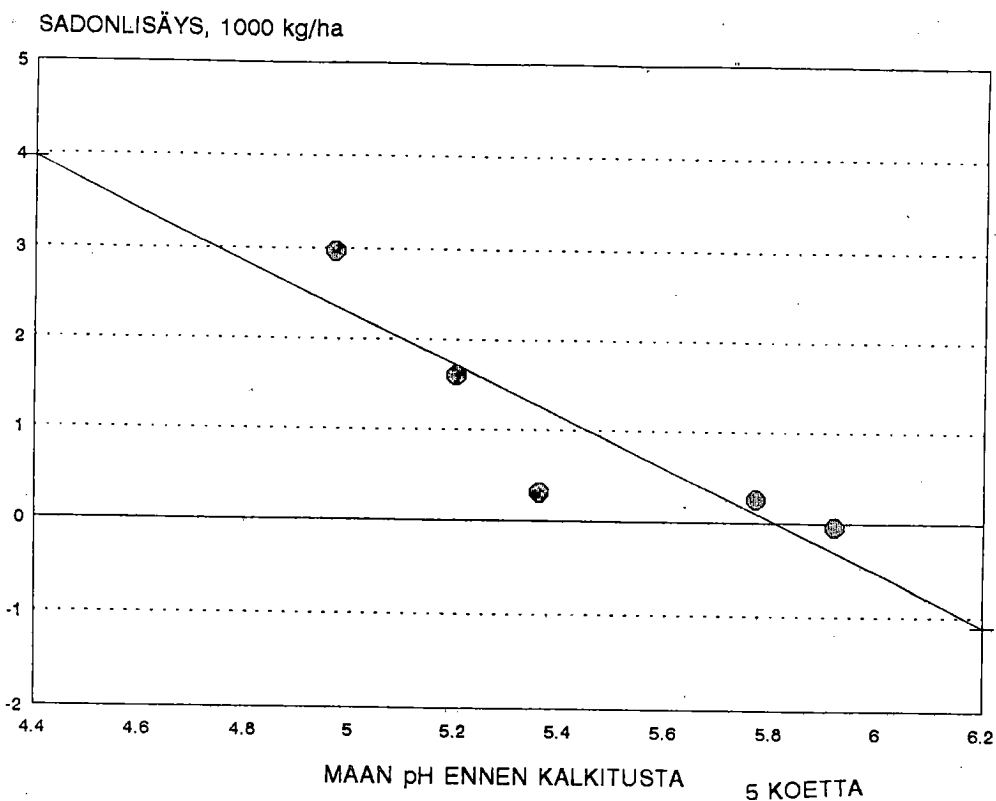
Kuva 16. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 8 t/ha.



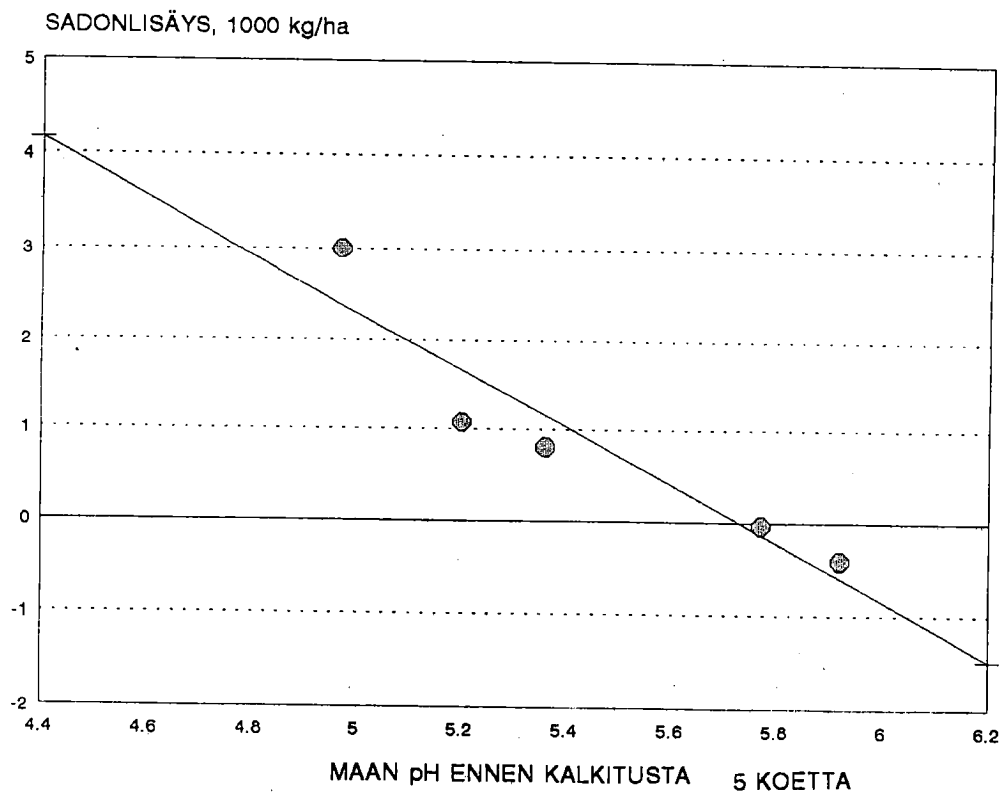
Kuva 17. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 12 t/ha.



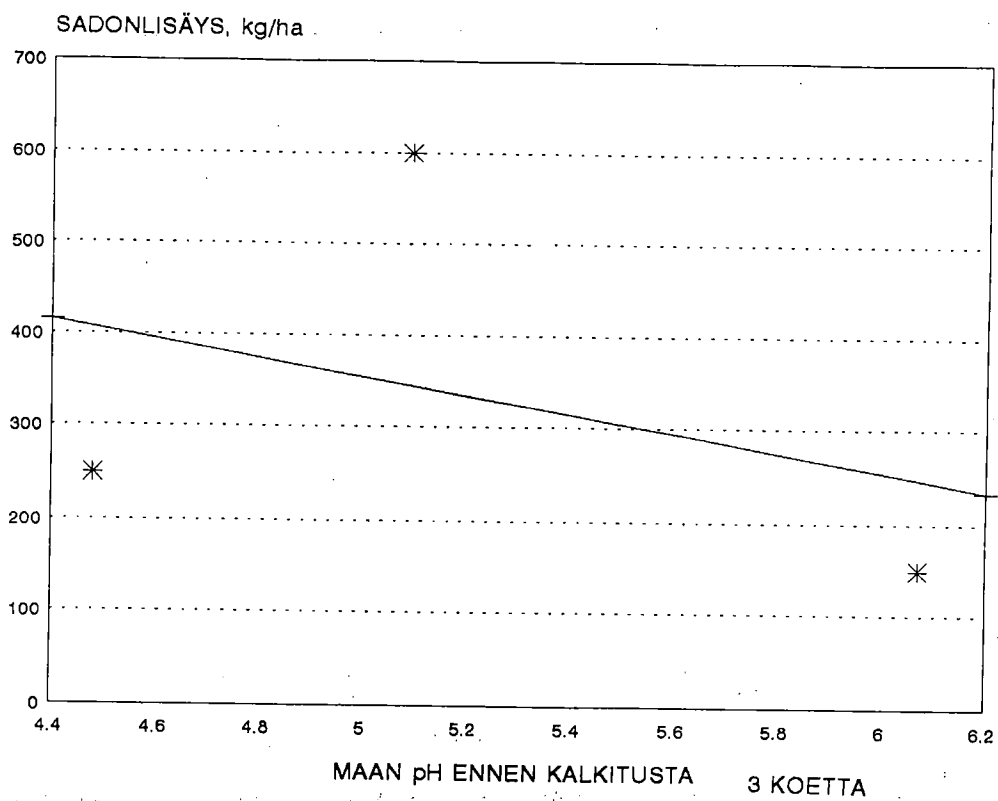
Kuva 18. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 4 t/ha, savimaat.



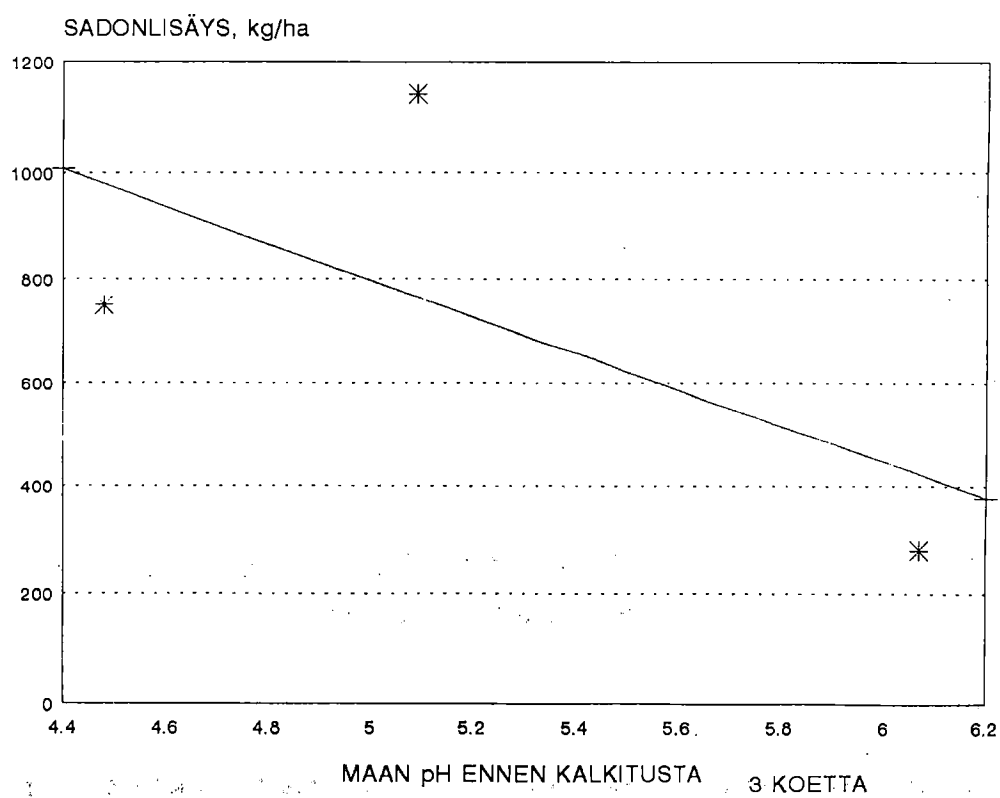
Kuva 19. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 8 t/ha, savimaat.



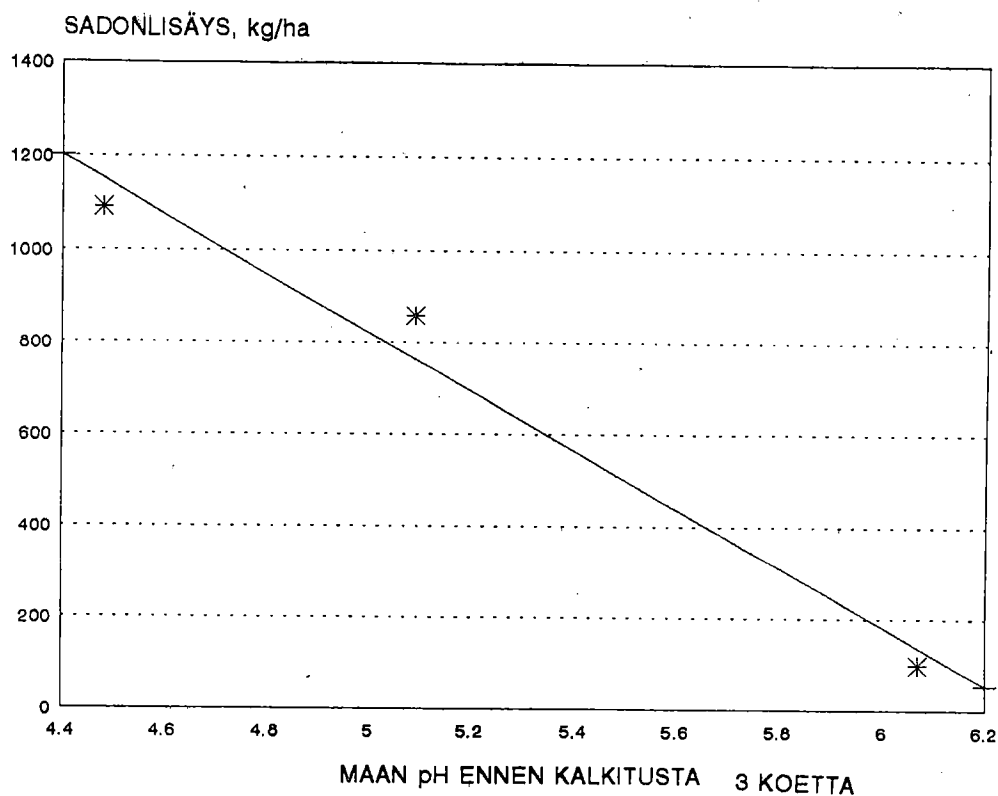
Kuva 20. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 12 t/ha, savimaat.



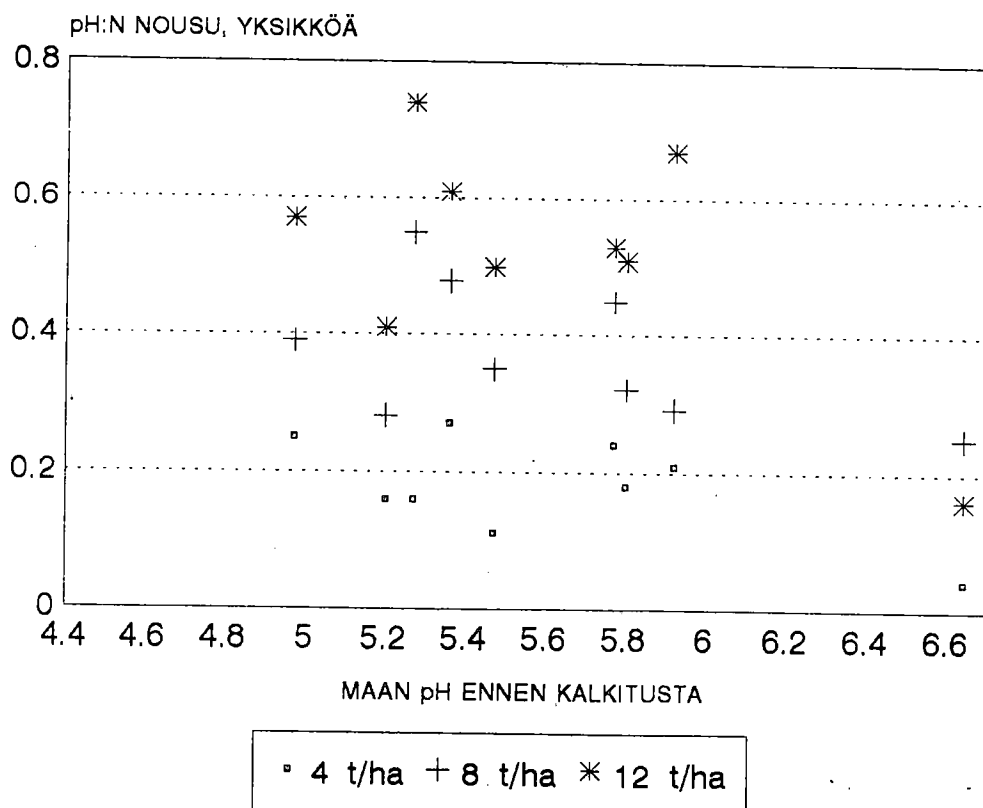
Kuva 21. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 4 t/ha, muut kivennäismaat.



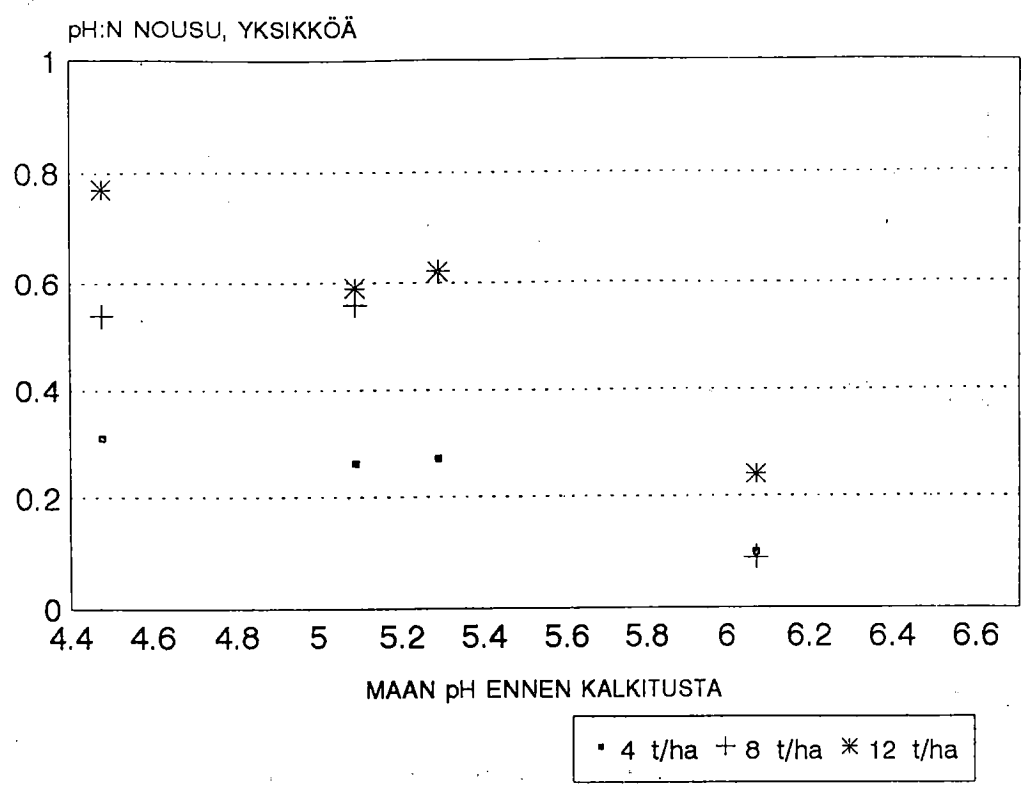
Kuva 22. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 8 t/ha, muut kivennäismaat.



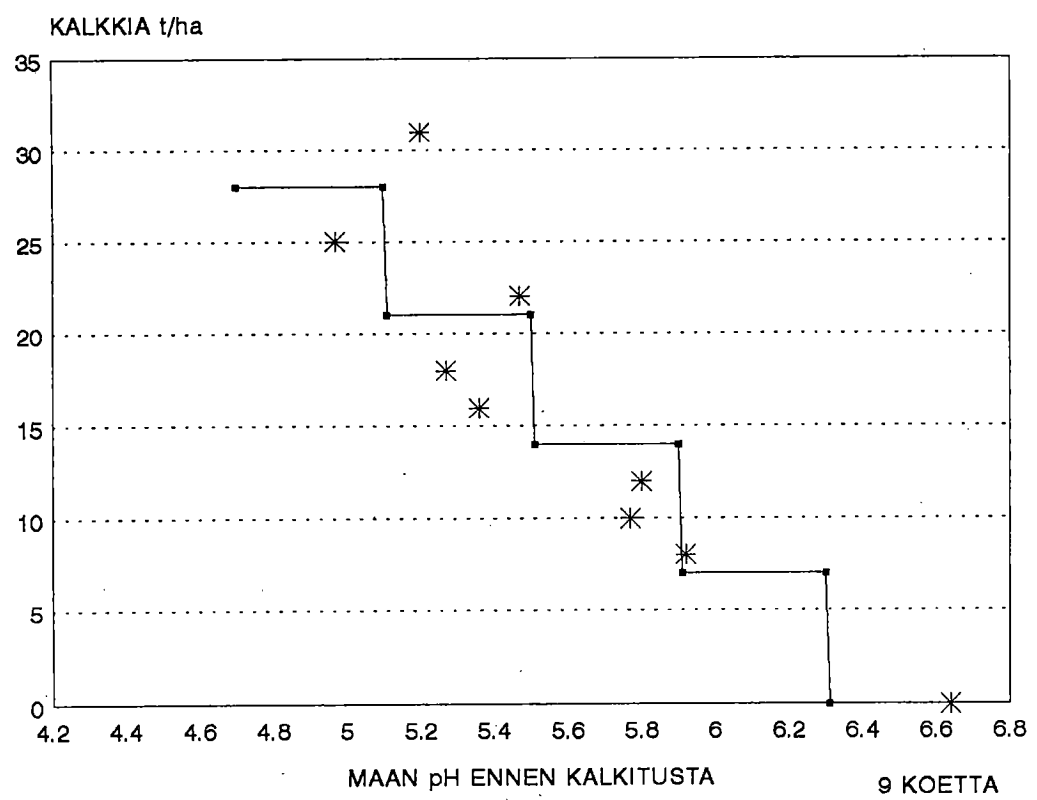
Kuva 23. Kalkituksen vaikutus nurmisatoon. Kalkitus 12 t/ha, muut kivennäismaat.



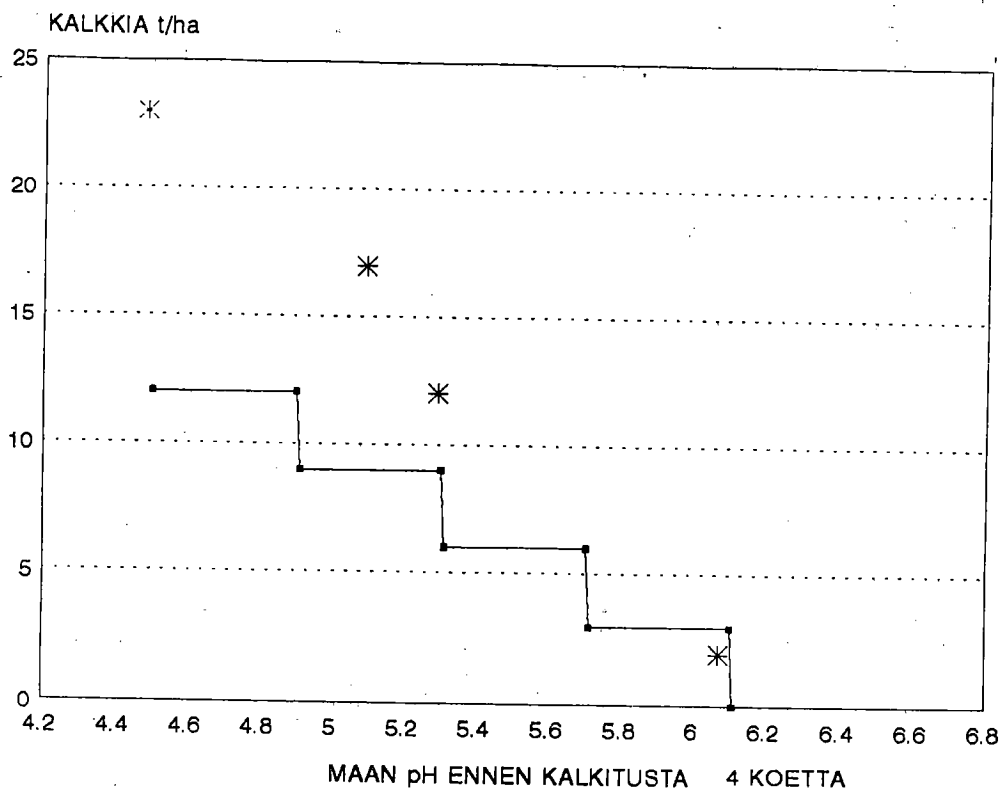
Kuva 24. Kalkituksen aiheuttama maan pH:n nousu ja maan alkuperäinen happamuus. Savimaat (9 kpl).



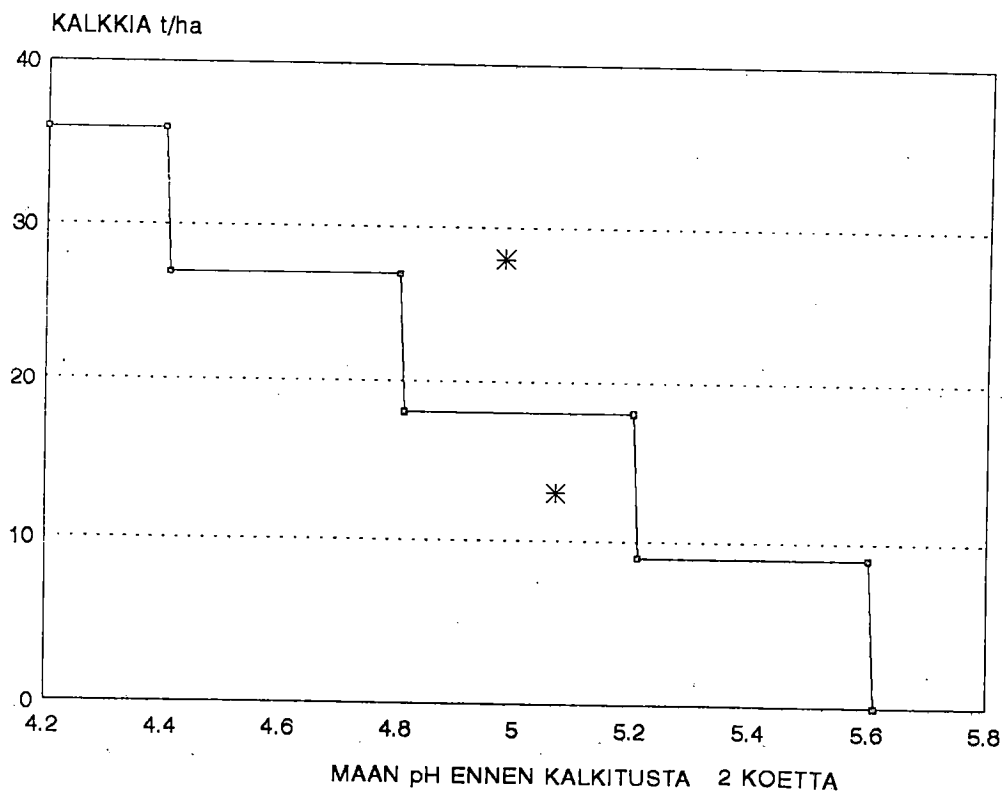
Kuva 25. Kalkituksen aiheuttama maan pH:n nousu ja maan alkuperäinen happamuus. Muut kivennäismaat (4 kpl).



Kuva 26. Savimaiden kalkitustarve. pH-tavoitteen 6,3 saavuttamiseksi laskettu kalkitustarve eri kokeissa sekä nykyinen kalkitussuositus (portaati).



Kuva 27. Karkeiden kivennäismaiden kalkitustarve. pH-tavoitteen 6,1 saavuttamiseksi laskettu kalkitustarve eri kokeissa sekä nykyinen kalkitussuositus (portaati).



Kuva 28. Turvemaiden kalkitustarve. pH-tavoitteen 5,6 saavuttamiseksi laskettu kalkitustarve eri kokeissa sekä nykyinen kalkitussuositus (portaati).

Lounais-Suomen tutkimusasema, Mietoinen

Koe n:o	1	2
maalaji	AS	HtS
kalkituspvm	10.5.1982	10.5.1982
kalkkilaji	Caj	Caj
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi 1982	Ida-ohra	Kustaa-ohra
viljelykasvi 1983	Kustaa-ohra	Kustaa-ohra
lannoitus 1982	Yvk 550 kg/ha	Yvk 550 kg/ha
lannoitus 1983	Yvk 550 kg/ha	Yvk 550 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha		
1982	4810	4690
<u>1983</u>	<u>5350</u>	<u>5900</u>
x	5080	5300

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha		
1982	+60 (n.s.)	+20 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>+160 (n.s.)</u>	<u>+110 (n.s.)</u>
x	+110	+70

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta		
pH	5,94	5,55
Ca, mg/l	1730	900
K, mg/l	350	210
Mg, mg/l	660	130
P, mg/l	7,0	10,3

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko		
pH	7,18	5,91
Ca, mg/l	1710	1400
K, mg/l	320	210
Mg, mg/l	1120	620
P, mg/l	1,6	1,7

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta		
pH	+0,11	+0,15
Ca, mg/l	+320	+140
K, mg/l	+0	-10
Mg, mg/l	+40	+0
P, mg/l	+0,1	-0,5

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun		
1000 s.p., g	-1,1	-0,9
HLP, kg	+0,3	-0,4
raakavalk., %	+0,01	+0,12

LIITE 2

Lounais-Suomen tutkimusasema, Mietoinen

Koe n:o	3	4
maalaji	LjS	LjS
kalkituspvm	10.5.1982	10.5.1982
kalkkilaji	Caj	Caj
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi 1982	Ida-ohra	Kustaa-ohra
viljelykasvi 1983	Kustaa-ohra	Kustaa-ohra
lannoitus 1982	Yvk 550 kg/ha	Yvk 550 kg/ha
lannoitus 1983	Yvk 550 kg/ha	Yvk 550 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha		
1982	5430	3610
<u>1983</u>	<u>5490</u>	<u>5410</u>
x	5460	4510

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha		
1982	+50 (n.s.)	+340 (*)
<u>1983</u>	<u>+110 (n.s.)</u>	<u>+580 (*)</u>
x	+80	+460

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta		
pH	5,79	5,08
Ca, mg/l	1050	810
K, mg/l	120	220
Mg, mg/l	130	150
P, mg/l	4,9	10,0

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko		
pH	5,16	4,95
Ca, mg/l	760	480
K, mg/l	110	100
Mg, mg/l	230	150
P, mg/l	2,7	3,1

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta		
pH	+0,38	+0,04
Ca, mg/l	+340	+140
K, mg/l	+0	-20
Mg, mg/l	+0	-10
P, mg/l	+0	-0,9

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun		
1000 s.p., g	+0,3	+1,4
HLP, kg	-0,2	+0,3
raakavalk., %	+0,06	+0,03

Sata-Hämeen tutkimusasema, Mouhijärvi

Koe n:o	5	6	7
maalaji	Hs	HsS	HsS
kalkituspvm	1.6.	13.5.	12.5.
kalkkilaji	Caj	Dolom.	Dolom.
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi	Etu-ohra	Etu-ohra	Etu-ohra
lannoitus 1982	Yn 500 kg/ha	Yn 500 kg/ha	Yn 500 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 500 kg/ha	Yn 500 kg/ha	Yn 500 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha

1982	1250	4650	2070
<u>1983</u>	<u>2380</u>	<u>5040</u>	<u>1740</u>
x	1820	4850	1910

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha

1982	+190 (n.s.)	+350 (n.s.)	+110 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>+60</u> (n.s.)	<u>+610</u> (*)	<u>+360</u> (*)
x	+130	+480	+240

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta

pH	5,33	5,90	5,51
Ca, mg/l	460	1210	930
K, mg/l	180	170	170
Mg, mg/l	110	80	150
P, mg/l	5,3	6,4	5,4

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko

pH	5,85	5,95	5,70
Ca, mg/l	800	1000	930
K, mg/l	150	130	150
Mg, mg/l	310	100	210
P, mg/l	3,0	4,0	2,7

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta

pH	-0,03	+0,13	+0,24
Ca, mg/l	-10	+30	+80
K, mg/l	-10	+0	-20
Mg, mg/l	-20	+30	+40
P, mg/l	+0,4	+0,4	-0,4

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun

1000 s.p., g			
HLP, kg			
raakavalk., %	-0,14	+0,14	+0,21

LIITE 4

Hämeen tutkimusasema, Pälkäne

Koe n:o	8	9
maalaji	HHt	HtS
kalkituspvm	27.4.1982	27.4.1982
kalkkilaji	Caj	Caj
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi	Otra-ohra	Otra-ohra
lannoitus 1982	Yvk 250 kg/ha	Yvk 250 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 150 kg/ha	Yvk 150 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha

1982	5030	3140
<u>1983</u>	<u>3890</u>	<u>3520</u>
x	4460	3330

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha

1982	-200 (n.s.)	+90 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>-130 (n.s.)</u>	<u>-220 (n.s.)</u>
x	-170	-70

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta

pH	5,44	5,71
Ca, mg/l	1140	1280
K, mg/l	140	120
Mg, mg/l	140	180
P, mg/l	7,8	4,4

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko

pH	5,93	5,70
Ca, mg/l	1100	1150
K, mg/l	80	50
Mg, mg/l	140	180
P, mg/l	0,8	4,4

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun

1000 s.p., g	-0,8	+1,3
HLP, kg	-1,4	-0,6
raakavalk., %	+0,56	+0,38

Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, Ylistaro

Koe n:o	10	11	12
maalaji	HHT	HSS	Ct
kalkituspvm	6.5.1982	6.5.1982	6.5.1982
kalkkilaji	Dolom.	Dolom.	Dolom.
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi	Agneta-ohra	Agneta-ohra	Agneta-ohra
lannoitus 1982	Yn 500 kg/ha	Yn 500 kg/ha	Yb1 500 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 500 kg/ha	Yn 500 kg/ha	Yb1 500 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha

1982	0	5760	3870
<u>1983</u>	<u>60</u>	<u>5910</u>	<u>5050</u>
x	30	5840	4460

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha

1982	+2490	+900 (n.s.)	-10 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>+1250 (*)</u>	<u>+590 (n.s.)</u>	<u>+120 (n.s.)</u>
x	+1870	+750	+60

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta

pH	4,45	5,22	5,12
Ca, mg/l	170	630	1890
K, mg/l	110	140	60
Mg, mg/l	60	70	300
P, mg/l	8,8	7,9	3,9

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko

pH	4,20	4,95	4,75
Ca, mg/l	150	350	1000
K, mg/l	110	110	40
Mg, mg/l	60	50	230
P, mg/l	4,8	5,7	3,8

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta

pH	+0,42	+0,31	+0,18
Ca, mg/l	+240	+240	+200
K, mg/l	+10	+0	-10
Mg, mg/l	+90	+100	+30
P, mg/l	-1,1	-0,8	+0,2

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun

1000 s.p., g	-	-0,2	+0,2
HLP, kg	-	+0,7	+0,6
raakavalk., %	-	+0,31	-0,10

LIITE 6

Keski-Pohjanmaan tutkimusasema, Toholampi

Koe n:o	13	14
maalaji	HHt	HHt
kalkituspvm	25.5.1982	25.5.1982
kalkkilaji	Dolom. 2	Dolom. 2
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi	Pokko-ohra	Pokko-ohra
lannoitus 1982	Yn 500 kg/ha	Yn 300 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 500 kg/ha	Yn 300 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha

1982	2970	2790
<u>1983</u>	<u>2620</u>	<u>1480</u>
x	2800	2140

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha

1982	+480 (n.s.)	+40 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>+310</u> (n.s.)	<u>+100</u> (n.s.)
x	+400	+70

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta

pH	5,12	5,38
Ca, mg/l	290	1360
K, mg/l	140	120
Mg, mg/l	50	260
P, mg/l	9,6	7,8

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta

pH	+0,37	+0,29
Ca, mg/l	+210	+260
K, mg/l	+30	-10
Mg, mg/l	+50	+80
P, mg/l	-1,0	-0,6

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun

1000 s.p., g	+1,9	-1,7
HLP, kg	+0,3	+0,5
raakavalk., %	+0,58	-0,04

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema, Ruukki

Koe n:o	15	16
maalaji	Ct	Mm
kalkituspvm	20.5.1982	20.5.1982
kalkkilaji	Dolom. 1	Dolom. 1
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi	Agneta-ohra	Agneta-ohra
lannoitus 1982	Yn 350 kg/ha	Yn 400 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 350 kg/ha	Yn 450 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha		
1982	3500	4770
<u>1983</u>	<u>2560</u>	<u>3240</u>
x	3030	4010

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha		
1982	+470 (n.s.)	-110 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>-110 (n.s.)</u>	<u>-150 (n.s.)</u>
x	+180	-130

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta		
pH	4,94	5,24
Ca, mg/l	1000	1340
K, mg/l	40	60
Mg, mg/l	140	330
P, mg/l	12,2	13,4

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko		
pH	4,34	5,03
Ca, mg/l	910	900
K, mg/l	20	70
Mg, mg/l	160	240
P, mg/l	1,0	10,6

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta		
pH	+0,31	+0,20
Ca, mg/l	+130	+130
K, mg/l	-10	-10
Mg, mg/l	-10	+100
P, mg/l	-0,9	-0,7

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun		
1000 s.p., g	+1,2	-0,8
HLP, kg	-0,9	-0,3
raakavalk., %	-0,41	+0,05

Kymenlaakson tutkimusasema, Anjalankoski

Koe n:o	17
maalaji	HsS
kalkituspvm	23.11.1978
kalkkilaji	Caj
kalkkimäärä	8 t/ha
viljelykasvi	Pomo-ohra
lannoitus 1982	Ytr 400 kg/ha
lannoitus 1983	Ytr 400 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha	
1982	2350
<u>1983</u>	<u>2160</u>
x	2260

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha	
1982	+620 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>-210</u> (n.s.)
x	+210

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta	
pH	6,30
Ca, mg/l	2730
K, mg/l	290
Mg, mg/l	270
P, mg/l	10,6

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko	
pH	6,40
Ca, mg/l	2900
K, mg/l	200
Mg, mg/l	590
P, mg/l	1,7

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta	
pH	+0,37
Ca, mg/l	+370
K, mg/l	+20
Mg, mg/l	-20
P, mg/l	+2,0

Etelä-Savon tutkimusasema, Mikkeli

Koe n:o	18	19
maalaji	HtMr	KHt
kalkituspvm	24.5.1982	24.5.1982
kalkkilaji	Dolom. 2	Dolom. 2
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi 1982	Etu-ohra	Etu-ohra
viljelykasvi 1983	Arra-ohra	Arra-ohra
lannoitus 1982	Yn 450 kg/ha	Yn 450 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 400 kg/ha	Yn 500 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha

1982	4200	3210
<u>1983</u>	<u>3060</u>	<u>4320</u>
x	3630	3770

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha

1982	+0 (n.s.)	+80 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>+100 (n.s.)</u>	<u>+80 (n.s.)</u>
x	+50	+80

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta

pH	6,09	6,08
Ca, mg/l	1480	1210
K, mg/l	60	100
Mg, mg/l	50	190
P, mg/l	7,4	5,5

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko

pH	6,26	5,49
Ca, mg/l	600	380
K, mg/l	70	70
Mg, mg/l	30	70
P, mg/l	1,5	1,6

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta

pH	+0,13	+0,12
Ca, mg/l	+220	+190
K, mg/l	+0	+0
Mg, mg/l	+30	+40
P, mg/l	+1,0	-0,1

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun

1000 s.p., g	+0,1	+0,7
HLP, kg	+0,4	+0,2
raakavalk., %	-0,42	+0,20

Pohjois-Savon tutkimusasema, Maaninka

Koe n:o	20	21	22
maalaji	HHt	KHt	HHt
kalkituspvm	20.5.	19.5.	20.5.
kalkkilaji	Dolom.	Dolom.	Dolom.
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi	Otra-ohra	Otra-ohra	Otra-ohra
lannoitus 1982	lietelanta 97 t/ha	liete 87 t +Nos 100 kg	Nos 100 kg/ha
lannoitus 1983	lietelanta 112 t/ha	liete 60 t +Nos 170 kg	liete 291 t +Nos 100 kg

Sato ilman kalkkia, kg/ha

1982	3960	3880	4060
<u>1983</u>	<u>3590</u>	<u>3770</u>	<u>3480</u>
x	3780	3830	3770

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha

1982	+90 (n.s.)	+110 (n.s.)	+0 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>+0 (n.s.)</u>	<u>+0 (n.s.)</u>	<u>+80 (n.s.)</u>
x	+50	+60	+40

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta

pH	5,80	5,46	5,64
Ca, mg/l	1550	730	1380
K, mg/l	130	230	90
Mg, mg/l	190	60	220
P, mg/l	11,0	20,8	6,9

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko

pH	6,25	5,99	5,39
Ca, mg/l	1390	300	910
K, mg/l	100	110	80
Mg, mg/l	340	20	170
P, mg/l	2,6	3,9	1,7

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta

pH	+0,18	+0,24	+0,07
Ca, mg/l	+40	+170	+100
K, mg/l	+0	-10	-10
Mg, mg/l	+0	+30	+30
P, mg/l	+0,9	+1,9	+0,4

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun

1000 s.p., g	+0,7	+1,9	+0,6
HLP, kg	+0,3	+0,3	+0,1
raakavalk., %	+0,06	+0,07	+0,22

Keski-Suomen tutkimusasema, Laukaa

Koe n:o	23	24
maalaji	HsS (Lj)	Hs
kalkituspvm	21.5.1982	21.5.1982
kalkkilaji	Dolom. 2	Dolom. 2
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi 1982	Pomo-ohra	Pomo-ohra
viljelykasvi 1983	Pomo/Kustaa	Pomo/Kustaa
lannoitus 1982	Yn 350 kg/ha	Yn 400 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 400 kg/ha	Yn 400 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha

1982	2670	1440
1983 Pomo	3000	1260
<u>1983 Kustaa</u>	<u>1290</u>	<u>1410</u>
x	2320	1370

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha

1982	+1200 (**)	+80 (n.s.)
1983 Pomo	+920 (n.s.)	+400 (n.s.)
<u>1983 Kustaa</u>	<u>+1770 (**)</u>	<u>+470 (n.s.)</u>
x	+1300	+320

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta

pH	4,93	6,33
Ca, mg/l	610	1400
K, mg/l	70	60
Mg, mg/l	40	200
P, mg/l	8,1	17,1

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta

pH	+0,48	+0,26
Ca, mg/l	+330	+250
K, mg/l	-10	+0
Mg, mg/l	+50	+30
P, mg/l	+0	+4,1

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun

1000 s.p., g	+4,2	+0,7
HLP, kg	+2,7	+0,9
raakavalk., %	-0,79	-0,06

LIITE 12

Karjalan tutkimusasema, Tohmajärvi

Koe n:o	25	26
maalaji	Ht	LCt
kalkituspvm	5.1982	5.1982
kalkkilaji	Dolom. 1	Dolom. 1
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi 1982	Eero-ohra	Eero-ohra
viljelykasvi 1983	Arra-ohra	Arra-ohra
lannoitus 1982	Yn 470 kg/ha	Yn 340 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 470 kg/ha	Yn 350 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha		
1982	5310	1980
<u>1983</u>	<u>4530</u>	<u>2090</u>
x	4920	2040

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha		
1982	-610 (*)	+240 (*)
<u>1983</u>	<u>-50 (n.s.)</u>	<u>+50 (n.s.)</u>
x	-330	+150

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta		
pH	5,51	4,99
Ca, mg/l	1860	1760
K, mg/l	70	70
Mg, mg/l	170	80
P, mg/l	11,0	7,3

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko		
pH	4,71	4,95
Ca, mg/l	1260	1990
K, mg/l	50	70
Mg, mg/l	170	140
P, mg/l	4,4	3,6

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun		
1000 s.p., g	+0,1	+1,9
HLP, kg	+0,4	+1,2
raakavalk., %	+0,14	-0,15

Kainuun tutkimusasema, Vaala.

Koe n:o	27	28
maalaji	Ct	Ct
kalkituspvm	18.5.1982	19.5.1982
kalkkilaji	Dolom. 1	Dolom. 1
kalkkimäärä	8 t/ha	8 t/ha
viljelykasvi	Eero-ohra	Eero-ohra
lannoitus 1982	Yn 190 kg/ha	Yn 190 kg/ha
lannoitus 1983	Yn 190 kg/ha	Yn 190 kg/ha

Sato ilman kalkkia, kg/ha		
1982	2780	2230
<u>1983</u>	<u>5100</u>	<u>2930</u>
x	3940	2580

Sadonlisäys kalkilla, kg/ha		
1982	-50 (n.s.)	+1220 (n.s.)
<u>1983</u>	<u>+440</u> (n.s.)	<u>+790</u> (n.s.)
x	+200	+1010

Viljavuus ennen kalkitusta, ruokamulta		
pH	5,24	4,55
Ca, mg/l	1080	760
K, mg/l	30	10
Mg, mg/l	110	90
P, mg/l	7,9	6,9

Viljavuus ennen kalkitusta, jankko		
pH	5,01	4,10
Ca, mg/l	1030	610
K, mg/l	20	10
Mg, mg/l	120	70
P, mg/l	4,7	1,0

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen, ruokamulta		
pH	+0,15	+0,48
Ca, mg/l	+80	+170
K, mg/l	+0	-10
Mg, mg/l	+50	+120
P, mg/l	-0,3	-1,5

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun		
1000 s.p., g	+1,1	+3,6
HLP, kg	-	+2,7
raakavalk., %	-0,80	-1,22

LIITE 14A

Lounais-Suomen tutkimusasema, Mietoinen

Koe n:o 29 vuosina 1985-1991

maalaji AS
 kalkituspvm 31.5.1985
 kalkkilaji Caj
 kalkkimäärät 4, 8 ja 12 t/ha
 viljelykasvi ja lannoitus:

1985	Kustaa-ohra	Ynp 440 kg/ha
1986	Kustaa-ohra	Ynp 350 kg/ha
1987	Kustaa-ohra	Ynp 450 kg/ha
1988	Kustaa-ohra	Ytr 400 kg/ha
1989	Kadett-vehnä	Ytr 400 kg/ha
1990	Kustaa-ohra	Ytr1 400 kg/ha
1991	Kustaa-ohra	Ytr1 400 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1985	3650	4140	4050	4090
1986	3680	4020	4070	4030
1987	3240	3050	3480	3590
1988	3510	4120	3960	3700
1989	2780	3050	3210	3370
1990	2400	3030	2920	3270
1991	5220	5740	5370	5730
x	3500	3880	3870	3970

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

1. asteen yhtälö: $y = 3600 + 35x$, $F = 6,1^{n.s.}$
 2. asteen yhtälö: $y = 3530 + 88x - 4,4x^2$, $F = 4,7^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
alkuperäisistä			
satotuloksista	+95	+46	+39
1. asteen yhtälö	+35	+35	+35
2. asteen yhtälö	+70	+53	+35

Lounais-Suomen tutkimusasema, Mietoinen

Koe n:o 29 vuosina 1985-1991

Sadonlisäyksen muutos vuosina 1985-1991 (x= vuosia kalkituksesta). 1. asteen yhtälön mukaan.

Kalkkimäärä t/ha	a	b
4	253	+42 (n.s.)
8	401	-11 (n.s.)
12	312	+53 (n.s.)

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
1000 s.p., g	44,0	-0,4	-0,3	-0
HLP, kg	69,5	+0,3	+0	+0,5
raakavalk., %	11,24	+0,03	+0,12	-0,10

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	5,80	6,54
Ca, mg/l	1430	1590
K, mg/l	310	310
Mg, mg/l	530	860
P, mg/l	7,8	1,3

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1986, 1988 ja 1991.

	0	4	8	12
pH	6,05	+0,18	+0,32	+0,51
Ca, mg/l	1540	+240	+460	+700
K, mg/l	310	-10	-10	-20
Mg, mg/l	560	-40	+0	+30
P, mg/l	6,6	+0,4	-0,4	+1,2

Koe n:o 30 vuosina 1984-1991

maalaji	LjS	
kalkituspvm	21.5.1984	
kalkkilaji	Caj	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Kustaa-ohra	Ynp 400 kg/ha
1985	Kustaa-ohra	Ynp 400 kg/ha
1986	Ida-ohra	Ynp 300 kg/ha
1987	Kustaa-ohra	Ynp 450 kg/ha
1988	Kustaa-ohra	Yvk 400 kg/ha
1989	Kustaa-ohra	Yvk 400 kg/ha
1990	Kustaa-ohra	Yvk 500 kg/ha
1991	Kustaa-ohra	Yvk 500 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	4590	5370	5370	5340
1985	5000	5100	5030	5150
1986	3810	4350	4200	4390
1987	2760	3470	3490	3250
1988	3930	4240	4310	4400
1989	4930	5480	5380	5730
1990	3790	5160	5190	5550
1991	4330	5020	5150	5140
x	4140	4770	4770	4870

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

1. asteen yhtälö: $y = 4310 + 55x$, $F = 5,0^{n.s.}$
 2. asteen yhtälö: $y = 4180 + 154x - 8,3x^2$, $F = 5,8^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
alkuperäisistä			
satotuloksista	+158	+79	+61
1. asteen yhtälö	+55	+55	+55
2. asteen yhtälö	+121	+88	+55

Lounais-Suomen tutkimusasema, Mietoinen

Koe n:o 30 vuosina 1984-1991

Sadonlisäyksen muutos vuosina 1984-1991 (x= vuosia kal-
kituksesta). 1. asteen yhtälön mukaan.

Kalkkimäärä t/ha	a	b
4	408	+64 (n.s.)
8	333	+83 (n.s.)
12	347	+108 (n.s.)

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun. Kalkitsemattoman
koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
1000 s.p., g	43,6	+0,4	+0,5	-0,6
HLP, kg	67,0	+0,1	+0,5	+1,2
raakavalk., %	12,16	-0,11	-0,16	+0,09

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	5,27	5,26
Ca, mg/l	800	540
K, mg/l	180	70
Mg, mg/l	80	110
P, mg/l	11,1	3,1

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta).
Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen
aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1986, 1988 ja
1991.

	0	4	8	12
pH	5,37	+0,16	+0,55	+0,74
Ca, mg/l	970	+160	+450	+610
K, mg/l	160	-30	+0	-10
Mg, mg/l	90	+20	+20	+10
P, mg/l	12,3	-0,5	+1,1	-0,8

LIITE 16A

Sata-Hämeen tutkimusasema, Mouhijärvi

Koe n:o 31 vuosina 1984-1991

maalaji	HsS	
kalkituspvm	17.5.1984	
kalkkilaji	Dolom.	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Arra-ohra	Yn 500 kg/ha
1985	Arra-ohra+	Yn 400 kg/ha
	timotei-apila (Tarmo+Venla)	
1986	Nurmi	PK 550 kg/ha
1987	Nurmi	PK 550 kg/ha
1988	Nurmi	PK 600 kg/ha
1989	Puhti-kaura	Yvk 400 kg/ha
1990	Arra-ohra	Yvk 500 kg/ha
1991	Arra-ohra	Yvk 500 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	3810	3640	3730	3840
1985	3540	3580	3200	3630
1986	9670	9600	9860	9830
1987	6750	7020	6790	6620
1988	12020	12810	11670	10770
1989	5360	5630	5350	5350
1990	5080	5110	4710	4970
1991	4470	4110	4280	4260
x (vilja)	4450	4410	4250	4410
x (nurmi)	9480	9810	9440	9070

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

Vilja:

1. asteen yhtälö: $y = 4430 - 7x$, $F = 0,4^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 4470 - 44x + 3,0x^2$, $F = 0,7^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 9690 - 40x$, $F = 1,7^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 9520 + 91x - 10,9x^2$, $F = 5,0^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkitustasoilla, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	-10	-25	-4
1. asteen yhtälö	-7	-7	-7
2. asteen yhtälö	-32	-19	-7
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+83	-5	-34
1. asteen yhtälö	-40	-40	-40
2. asteen yhtälö	+48	+4	-40

Sata-Hämeen tutkimusasema, Mouhijärvi

Koe n:o 31 vuosina 1984-1991

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	36,8	+0,1	+0,5	-0,3
HLP, kg	57,7	+0	-0,3	-0,3
raakavalk., %	13,50	+0,55	+0,08	+0,63

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
Ca, g/kg	9,76	-0,69	-0,64	-0,68
K, g/kg	29,02	-1,57	-1,05	+0,41
Mg, g/kg	2,10	+0,09	+0,23	+0,22
P, g/kg	3,05	-0,07	-0,01	-0,01
raakavalk., %	15,00	-0,50	-0,25	-0,62

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta
pH	5,92
Ca, mg/l	1140
K, mg/l	130
Mg, mg/l	80
P, mg/l	8,3

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1986, 1987, 1989 ja 1991.

	0	4	8	12
pH	5,76	+0,21	+0,29	+0,67
Ca, mg/l	1120	+80	+330	+380
K, mg/l	90	+10	+0	+10
Mg, mg/l	80	+40	+90	+120
P, mg/l	7,3	+0,6	-0,4	+1,8

LIITE 17A

Sata-Hämeen tutkimusasema, Mouhijärvi

Koe n:o 32 vuosina 1984-1991

maalaji	HsS	
kalkituspvm	17.5.1984	
kalkkilaji	Dolom.	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Arra-ohra	Yn 500 kg/ha
1985	Arra-ohra+	Yn 400 kg/ha
	timotei-apila (Venla+Tarmo)	
1986	Nurmi	PK 550 kg/ha
1987	Nurmi	PK 550 kg/ha
1988	Nurmi	PK 600 kg/ha
1989	Puhti-kaura	Yvk 400 kg/ha
1990	Arra-ohra	Yvk 500 kg/ha
1991	Arra-ohra	Yvk 500 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	3870	4290	4200	4210
1985	2850	2740	2820	2790
1986	8470	9150	9330	10190
1987	5130	5600	5800	5490
1988	13460	12360	12880	13810
1989	4300	4170	4030	4130
1990	3620	3830	3820	3900
1991	4660	4720	4700	4610
x (vilja)	3860	3950	3910	3930
x (nurmi)	9020	9040	9340	9830

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

Vilja:

1. asteen yhtälö: $y = 3890 + 4x$, $F = 0,9^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 3870 + 18x - 1,2x^2$, $F = 0,9^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 8900 + 68x$, $F = 13,0^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 9020 - 21x + 7,4x^2$, $F = 530^*$

Sadonlisäys eri kalkitustasoilla, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+23	+7	+6
1. asteen yhtälö	+4	+4	+4
2. asteen yhtälö	+14	+9	+4
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+4	+40	+68
1. asteen yhtälö	+68	+68	+68
2. asteen yhtälö	+9	+38	+68

Sata-Hämeen tutkimusasema, Mouhijärvi

Koe n:o 32 vuosina 1984-1991

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	36,6	-0,7	-0,6	+0,3
HLP, kg	57,0	+0	+0	-0,2
raakavalk., %	13,78	-0,23	+0,07	+0,22

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
Ca, g/kg	8,26	+0,69	+0,76	+0,12
K, g/kg	29,93	+0,01	+0	-0,56
Mg, g/kg	2,36	+0,49	+0,49	+0,29
P, g/kg	2,86	+0,01	+0,11	+0,09
raakavalk., %	14,44	+1,44	+1,19	+0,25

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta
pH	5,36
Ca, mg/l	890
K, mg/l	160
Mg, mg/l	150
P, mg/l	7,1

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1986, 1987, 1989 ja 1991.

	0	4	8	12
pH	5,40	+0,27	+0,48	+0,61
Ca, mg/l	890	+140	+270	+360
K, mg/l	110	+0	-10	+0
Mg, mg/l	140	+40	+90	+120
P, mg/l	6,6	-0,8	-2,5	-1,2

LIITE 18A

Hämeen tutkimusasema, Pälkäne

Koe n:o 33 vuosina 1985-1991

maalaji	HHt	
kalkituspvm	23.5.1985	
kalkkilaji	Caj	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1985	Silja-ohra	Yvk 300 kg/ha
1986	Silja-ohra	Yn 280 kg/ha
1987	Puhti-kaura	Yn 300 kg/ha
1988	Silja-ohra	Yn 280 kg/ha
1989	Puhti-kaura	Yn 300 kg/ha
1990	Arra-ohra	Ytr2 250 kg/ha
1991	Luja-vehnä	Ytr2 280 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1985	3640	3480	3200	3290
1986	4530	4280	4370	4470
1987	4040	4170	4100	4190
1988	2980	2700	2590	2600
1989	4380	4600	4640	4730
1990	3980	4310	4270	4280
1991	4190	4200	4100	4080
x	3960	3960	3900	3950

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

1. asteen yhtälö: $y = 3960 - 3x$, $F = 0,5^{n.s.}$
2. asteen yhtälö: $y = 3970 - 13x + 0,8x^2$, $F = 0,4^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
alkuperäisistä			
satotuloksista	0	-8	-1
1. asteen yhtälö	-3	-3	-3
2. asteen yhtälö	-9	-6	-3

Hämeen tutkimusasema, Pälkäne

Koe n:o 33 vuosina 1985-1991

Sadonlisäyksen muutos vuosina 1985-1991 (x= vuosia kalkituksesta). 1. asteen yhtälön mukaan.

Kalkkimäärä t/ha	a	b
4	-189	+62,9 (n.s.)
8	-298	+76,8 (n.s.)
12	-190	+58,6 (n.s.)

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
1000 s.p., g	38,6	-1,0	-1,9	-0,7
HLP, kg	58,1	-0,5	-1,3	-1,1
raakavalk., %	11,77	+0,57	+1,08	+1,05

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1985

	ruokamulta	jankko
pH	5,29	5,61
Ca, mg/l	1120	1270
K, mg/l	100	90
Mg, mg/l	160	280
P, mg/l	6,3	2,2

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1987 ja 1991.

	0	4	8	12
pH	5,42	+0,27	+0,62	+0,62
Ca, mg/l	1110	+250	+600	+670
K, mg/l	120	-20	-20	-20
Mg, mg/l	150	+0	+10	+10
P, mg/l	5,2	-0,5	-0,3	+0,4

LIITE 19A

Hämeen tutkimusasema, Pälkäne

Koe n:o 34 vuosina 1985-1991

maalaji	HtS	
kalkituspvm	23.5.1985	
kalkkilaji	Caj	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1985	Silja-ohra	Yvk 400 kg/ha
1986	Silja-ohra	Yn 280 kg/ha
1987	Puhti-kaura	Yn 300 kg/ha
1988	Silja-ohra	Yn 300 kg/ha
1989	Puhti-kaura	Yn 400 kg/ha
1990	Arra-ohra	Ytr2 350 kg/ha
1991	Luja-vehnä	Ytr2 280 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1985	4010	4150	4480	4330
1986	4770	5180	5260	5360
1987	4200	4300	4530	4310
1988	2330	2530	2500	2610
1989	3210	3690	3230	3430
1990	2620	2560	2770	3160
1991	4080	4190	4270	4150
x	3600	3800	3860	3910

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

1. asteen yhtälö: $y = 3650 + 24x$, $F = 14,6^{n.s.}$
2. asteen yhtälö: $y = 3610 + 53x - 2,4x^2$, $F = 39,9^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
alkuperäisistä			
satotuloksista	+49	+33	+25
1. asteen yhtälö	+24	+24	+24
2. asteen yhtälö	+44	+34	+24

Hämeen tutkimusasema, Pälkäne

Koe n:o 34 vuosina 1985-1991

Sadonlisäyksen muutos vuosina 1985-1991 (x= vuosia kalkituksesta). 1. asteen yhtälön mukaan.

Kalkkimäärä t/ha	a	b
4	+267	-23,2 (n.s.)
8	+456	-65,4 (*)
12	+384	-26,4 (n.s.)

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
1000 s.p., g	38,2	+0,1	+0,3	+0
HLP, kg	58,2	+0	-0,3	-0,5
raakavalk., %	11,85	+0,05	+0,18	+0,46

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1985

	ruokamulta	jankko
pH	5,47	5,75
Ca, mg/l	1270	1310
K, mg/l	110	70
Mg, mg/l	160	260
P, mg/l	5,0	2,4

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1987 ja 1991.

	0	4	8	12
pH	5,64	+0,11	+0,35	+0,50
Ca, mg/l	1430	+130	+380	+580
K, mg/l	110	+10	-10	+0
Mg, mg/l	170	-10	-10	+0
P, mg/l	4,0	+0,3	-0,3	+0

Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, Ylistaro

Koe n:o 35 vuosina 1984-1991

maalaji	HHt	
kalkituspvm	4.5.1984	
kalkkilaji	Dolom.	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Agneta-ohra	Yb1 500 kg/ha
1985	Agneta-ohra+	Yb1 500 kg/ha
	timotei-apila (Tarmo+Tepa)	
1986	Nurmi	Ytr 900 kg/ha
1987	Nurmi	Ytr 900 kg/ha
1988	Nurmi	Ytr 900 kg/ha
1989	Agneta-ohra	Yn 500 kg/ha
1990	Agneta-ohra	Ytr3 500 kg/ha
1991	Agneta-ohra	Ytr3 400 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	650	3230	3400	4240
1985	110	1100	1900	2300
1986	10190	11010	11500	11540
1987	8640	8760	8760	9280
1988	8590	8400	9410	9860
1989	310	2450	3280	4100
1990	0	1530	3070	4350
1991	0	1630	2910	3920
x (vilja)	210	1990	2910	3780
x (nurmi)	9140	9390	9890	10230

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

Vilja:

1. asteen yhtälö: $y = 480 + 291x$, $F = 57,3^*$
 2. asteen yhtälö: $y = 250 + 460x - 14,1x^2$, $F = 109,9^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 9100 + 94x$, $F = 135,7^{**}$
 2. asteen yhtälö: $y = 9120 + 78x + 1,4x^2$, $F = 41,5^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+444	+337	+297
1. asteen yhtälö	+291	+291	+291
2. asteen yhtälö	+404	+347	+291
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+63	+94	+91
1. asteen yhtälö	+94	+94	+94
2. asteen yhtälö	+83	+89	+94

Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, Ylistaro

Koe n:o 35 vuosina 1984-1991

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun vuosina 1984, 1985, ja 1989. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	37,1	+1,4	+2,5	+2,2
HLP, kg	64,2	+2,2	+3,0	+2,7
raakavalk. %	12,90	-0,40	-0,60	-0,25

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun vuosina 1986, 1987 ja 1988. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
Ca, g/kg	2,07	+0,30	+0,54	+0,55
K, g/kg	28,83	-1,66	-0,15	-2,01
Mg, g/kg	1,05	+0,17	+0,37	+0,30
P, g/kg	2,82	-0,05	+0,01	+0,09
raakavalk., %	13,06	-0,25	-0,44	-0,38

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	4,48	4,30
Ca, mg/l	180	150
K, mg/l	120	110
Mg, mg/l	50	60
P, mg/l	7,9	5,3

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1985-1991.

	0	4	8	12
pH	4,52	+0,31	+0,54	+0,77
Ca, mg/l	330	+180	+370	+500
K, mg/l	100	-10	+0	-10
Mg, mg/l	50	+40	+70	+100
P, mg/l	9,0	+0	-0,6	-0,7

LIITE 21A

Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, Ylistaro

Koe n:o 36 vuosina 1984-1991

maalaji	HsS	
kalkituspvm	4.5.1984	
kalkkilaji	Dolom.	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Agneta-ohra	Yn 500 kg/ha
1985	Agneta-ohra+	Yn 450 kg/ha
	timotei-apila (Tarmo+Tepa)	
1986	Nurmi	Ytr 700 kg/ha
1987	Nurmi	Ytr 900 kg/ha
1988	Nurmi	Ytr 900 kg/ha
1989	Agneta-ohra	Ytr 500 kg/ha
1990	Agneta-ohra	Ytr2 500 kg/ha
1991	Agneta-ohra	Ytr2 500 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	3670	4060	3820	4100
1985	3320	3510	3630	3760
1986	10100	11350	12190	11390
1987	9560	9760	10000	9700
1988	8670	10080	10930	10470
1989	3370	3930	4230	4300
1990	4800	5510	5640	5460
1991	4060	4610	4940	4970
x (vilja)	3840	4320	4450	4520
x (nurmi)	9440	10400	11040	10520

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

Vilja:

1. asteen yhtälö: $y = 3960 + 54x$, $F = 9,8^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 3860 + 131x - 6,5x^2$, $F = 32,6^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 9770 + 97x$, $F = 2,6^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 9400 + 373x - 23,0x^2$, $F = 17,8^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+120	+76	+56
1. asteen yhtälö	+54	+54	+54
2. asteen yhtälö	+106	+80	+54
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+239	+200	+90
1. asteen yhtälö	+97	+97	+97
2. asteen yhtälö	+281	+189	+97

Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, Ylistaro

Koe n:o 36 vuosina 1984-1991

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun vuosina 1984, 1985, 1989, 1990 ja 1991. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	38,6	+0,4	-0,3	-0,6
HLP, kg	67,5	-0,2	-0,3	-0,7
raakavalk. %	13,42	+0,08	+0,06	+0,17

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun vuosina 1986, 1987 ja 1988. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
Ca, g/kg	2,66	+0,17	+0,48	+0,59
K, g/kg	24,75	-0,88	-0,03	+0,52
Mg, g/kg	1,13	+0,19	+0,38	+0,47
P, g/kg	2,79	-0,05	-0,18	+0
raakavalk., %	10,63	+0,38	+0,38	+0,63

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	5,20	5,00
Ca, mg/l	460	320
K, mg/l	160	140
Mg, mg/l	80	70
P, mg/l	8,6	7,2

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1985-1991.

	0	4	8	12
pH	5,31	+0,16	+0,28	+0,41
Ca, mg/l	740	+120	+110	+200
K, mg/l	100	+0	-20	-30
Mg, mg/l	100	+60	+70	+100
P, mg/l	9,0	-0,6	-0,8	-0,8

Koe n:o 37 vuosina 1984-1986

maalaji	HHT	
kalkituspvm	22.5.1984	
kalkkilaji	Dolom. 2	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Agneta-ohra	Yn 500 kg/ha
1985	Arra-ohra+	Yn 500 kg/ha
	timotei-apila (Tarmo+Bjursele)	
1986	Nurmi	Yn 500 kg/ha + PK 800 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	2700	3420	3160	3150
1985	2390	3540	3420	3550
1986 (nurmi)	6580	7180	7720	7440
x (vilja)	2550	3480	3290	3350

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä**Viljat:**

1. asteen yhtälö: $y = 2830 + 56x$, $F = 1,7^{n.s.}$
 2. asteen yhtälö: $y = 2610 + 220x - 13,7x^2$, $F = 2,3^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 6760 + 78x$, $F = 4,4^{n.s.}$
 2. asteen yhtälö: $y = 6540 + 243x - 13,8x^2$, $F = 11,8^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+233	+93	+67
1. asteen yhtälö	+56	+56	+56
2. asteen yhtälö	+165	+110	+56
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+150	+143	+72
1. asteen yhtälö	+78	+78	+78
2. asteen yhtälö	+188	+133	+78

Keski-Pohjanmaan tutkimusasema, Toholampi

Koe n:o 37 vuosina 1984-1986

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun vuosina 1984 ja 1985. Kalkitseemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	34,2	+1,9	+0,1	-0,1
HLP, kg	61,0	+1,3	+0,2	+1,2
raakavalk., %	13,50	-0,10	+0,40	+0,06

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun vuonna 1986. Kalkitseemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
Ca, g/kg	2,52	+0,85	+1,11	+1,22
K, g/kg	32,70	+0,23	+0,35	-1,55
Mg, g/kg	1,15	+0,38	+0,43	+0,45
P, g/kg	2,75	+0,13	+0,04	+0,13
raakavalk., %	11,25	-0,19	+0,13	-0,06

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	5,09	5,03
Ca, mg/l	230	60
K, mg/l	140	70
Mg, mg/l	50	40
P, mg/l	9,2	5,2

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitseemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuonna 1986.

	0	4	8	12
pH	5,08	+0,26	+0,56	+0,59
Ca, mg/l	460	+220	+380	+360
K, mg/l	150	-10	-10	-20
Mg, mg/l	60	+60	+90	+90
P, mg/l	11,7	-0,7	-0,5	-0,5

LIITE 23A

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema; Ruukki

Koe n:o 38 vuosina 1984-1991

maalaji	Ct	
kalkituspvm	21.5.1984	
kalkkilaji	Dolom. 1	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Agneta-ohra	Yn 350 kg/ha
1985	Agneta-ohra	Yn 500 kg/ha
1986	Agneta-ohra	Yn 500 kg/ha
1987	Arra-ohra	Yn 500 kg/ha
1988	Arra-ohra	Yn 500 kg/ha
1989	Arra-ohra	Yn 500 kg/ha
1990	Agneta-ohra	Ytr3 400 kg/ha
1991	Arve-ohra	Yvf 450 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	3150	2900	3110	3390
1985	2200	2250	2560	2430
1986	3010	3310	3480	3390
1987	210	220	280	250
1988	2720	2670	2620	2650
1989	2130	2240	2420	2430
1990	2070	2060	1870	1990
1991	2260	2160	2260	2540
x	2220	2230	2330	2380
x (-1987)	2510	2510	2620	2690

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä (keskisato vuosilta 1984-1986 ja 1988-1991)

- asteen yhtälö: $y = 2480 + 16x$, $F = 22,7^*$
- asteen yhtälö: $y = 2500 + 4,3x + 1,0x^2$, $F = 13,2^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia (keskisato vuosilta 1984-1986 ja 1988-1991)

	4	8	12
alkuperäisistä			
satotuloksista	0	14	15
1. asteen yhtälö	16	16	16
2. asteen yhtälö	8	12	16

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema, Ruukki

Koe n:o 38 vuosina 1984-1991

Sadonlisäyksen muutos vuosina 1984-1991 (x= vuosia kalkituksesta). 1. asteen yhtälön mukaan.

Kalkkimäärä t/ha	a	b
4	3	+1,4 (n.s.)
8	241	-38,5 (n.s.)
12	233	-19,3 (n.s.)

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun (keskisato vuosilta 1984-1986 ja 1988-1991). Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
1000 s.p., g	35,1	-1,3	-0,3	-0,7
HLP, kg	58,8	-0,6	-0,8	-1,0
raakavalk., %	13,63	+0,36	+0,51	+0,26

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	5,07	4,85
Ca, mg/l	1130	1080
K, mg/l	50	30
Mg, mg/l	180	180
P, mg/l	14,4	4,4

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1987, 1988, 1989, 1990 ja 1991.

	0	4	8	12
pH	5,15	+0,20	+0,31	+0,41
Ca, mg/l	1600	+80	+190	+230
K, mg/l	70	+0	+0	-10
Mg, mg/l	290	+70	+130	+170
P, mg/l	13,6	-2,1	-2,6	-2,2

Kymenlaakson tutkimusasema, Anjalankoski

Koe n:o 39 vuosina 1984-1991

maalaji	HsS	
kalkituspvm	14.5.1984	
kalkkilaji	Caj	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Pomo-ohra	Ytr 400 kg/ha
1985	Pomo-ohra	Yb 600 kg/ha
1986	Pomo-ohra	Yb 600 kg/ha
1987	Arra-ohra	Yn 500 kg/ha
1988	Arra-ohra	Ytr 400 kg/ha
1989	Arra-ohra	Ytr2 500 kg/ha
1990	Luja-vehnä	Ytr2 500 kg/ha
1991	Pohto-ohra	Ytr2 500 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	3430	3300	3420	3170
1985	3890	3770	4060	3940
1986	2640	2530	2580	2570
1987	5240	5270	5160	5390
1988	1620	1850	1590	1730
1989	3550	3580	3500	3700
1990	4490	4410	4430	4350
1991	4030	3880	4270	4250
x	3610	3570	3630	3640

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

1. asteen yhtälö: $y = 3590 + 3x$, $F = 1,2^{n.s.}$
 2. asteen yhtälö: $y = 3600 - 6x + 0,8x^2$, $F = 0,8^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
alkuperäisistä			
satotuloksista	-9	+2	+2
1. asteen yhtälö	+3	+3	+3
2. asteen yhtälö	-3	+0	+3

Kymenlaakson tutkimusasema, Anjalankoski

Koe n:o 39 vuosina 1984-1991

Sadonlisäyksen muutos vuosina 1984-1991 (x= vuosia kalkituksesta). 1. asteen yhtälön mukaan.

Kalkkimäärä t/ha	a	b
4	-66	+8,1 (n.s.)
8	-13	+8,1 (n.s.)
12	-100	+36,1 (n.s.)

Kalkituksen vaikutus sadon laatuun. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
raakavalk., %	12,78	+0,27	+0,18	+0,23

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	6,64	6,34
Ca, mg/l	3000	3480
K, mg/l	290	220
Mg, mg/l	330	1130
P, mg/l	19,8	1,3

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1986.

	0	4	8	12
pH	6,71	+0,04	+0,25	+0,16
Ca, mg/l	3410	+160	+210	-20
K, mg/l	290	+40	+0	+0
Mg, mg/l	450	+30	+40	+10
P, mg/l	15,7	-1,1	+1,2	-0,1

LIITE 25A

Etelä-Savon tutkimusasema, Mikkeli

Koe n:o 40 vuosina 1985-1989

maalaji	KHt	
kalkituspvm	24.5.1985	
kalkkilaji	Dolom. 2	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1985	Etu-ohra	Yn 500 kg/ha
1986	Etu-ohra+	Yn 450 kg/ha
	timotei-apila (Tarmo+Tepa)	
1987	Nurmi	PK 500 kg/ha
1988	Nurmi	PK 600 kg/ha
1989	Arra-ohra	Yn 450 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1985	3790	3930	4310	4240
1986	2760	3220	3180	3100
1987	5530	5660	5700	5640
1988	7280	7450	7670	7380
1989	3920	3730	3860	3970
x (vilja)	3490	3630	3780	3770
x (nurmi)	6410	6560	6690	6510

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

Vilja:

1. asteen yhtälö: $y = 3520 + 25x$, $F = 13,4^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 3480 + 53x - 2,3x^2$, $F = 15,3^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 6470 + 11x$, $F = 0,7^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 6390 + 72x - 5,1x^2$, $F = 4,5^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkitustasoilla, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+34	+37	+23
1. asteen yhtälö	+25	+25	+25
2. asteen yhtälö	+44	+34	+25
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+38	+35	+9
1. asteen yhtälö	+11	+11	+11
2. asteen yhtälö	+52	+31	+11

Etelä-Savon tutkimusasema, Mikkeli

Koe n:o 40 vuosina 1985-1989

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun vuosina 1985, 1986 ja 1989. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	35,0	+1,5	+0,8	+1,9
HLP, kg	60,7	+0,8	+0,9	+0,7
raakavalk., %	11,72	+0,28	+0,56	+0,44

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun vuosina 1987 ja 1988. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
timotei:				
Ca, g/kg	3,10	-0,03	+0,06	-0,01
K, g/kg	24,3	-0,1	-0,3	-0,4
Mg, g/kg	1,16	+0	+0	-0,01
P, g/kg	2,80	+0,01	+0,01	+0,04
raakavalk., %	9,25	+0,13	-0,13	+0,13
apila:				
Ca, g/kg	12,92	-0,23	-0,34	+0,04
K, g/kg	34,1	+1,2	-1,2	-1,9
Mg, g/kg	3,03	-0,02	-0,09	+0,10
P, g/kg	2,51	+0,04	-0,06	+0,06
raakavalk., %	17,81	-0,13	-0,25	+0,31

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1985

	ruokamulta	jankko
pH	6,07	5,79
Ca, mg/l	910	140
K, mg/l	140	130
Mg, mg/l	100	40
P, mg/l	6,9	1,2

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama muutos vuonna 1987.

	0	4	8	12
pH	6,08	+0,10	+0,09	+0,24
Ca, mg/l	1140	+120	+230	+270
K, mg/l	120	+20	+20	+10
Mg, mg/l	100	+30	+40	+40
P, mg/l	7,2	+0	+0,2	+0,5

Pohjois-Savon tutkimusasema, Maaninka

Koe n:o 41 vuosina 1985-1991

maalaji	HtS	
kalkituspvm	24.-27.5.1985	
kalkkilaji	Dolom. 2	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1985	Arra-ohra	lietelanta 90 t/ha
1986	Eero-ohra+	Yb2 375 kg/ha
	timotei-apila (Tarmo+Bjursele)	
1987	Nurmi	PK 500 kg/ha
1988	Nurmi	PK 500 kg/ha
1989	Nurmi	PK 500 kg/ha
1990	Arra-ohra	ei lannoitusta
1991	Eero-ohra	Ytr3 350 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1985	3500	3170	3100	3170
1986	satoa ei saatu			
1987	7300	7620	7000	7290
1988	6700	7070	6810	6320
1989	6780	7360	7750	7100
1990	3260	3250	3290	3200
1991	2350	2580	2770	2460
x (vilja)	3040	3000	3050	2940
x (nurmi)	6930	7350	7190	6900

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä (keskisato vuosilta 1985 ja 1987-1991)

Vilja:

1. asteen yhtälö: $y = 3040 - 6x$, $F = 1,1^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 3020 + 8,1x - 1,1x^2$, $F = 0,6^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 7130 - 6x$, $F = 0,0^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 6950 + 127x - 11,0x^2$, $F = 5,9^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkitustasoilla, kg/tonni kalkkia (keskisato vuosilta 1985 ja 1987-1991)

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	-10	+1	-8
1. asteen yhtälö	-6	-6	-6
2. asteen yhtälö	+4	-1	-6
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+105	+33	-3
1. asteen yhtälö	-6	-6	-6
2. asteen yhtälö	+83	+38	-6

Pohjois-Savon tutkimusasema, Maaninka

Koe n:o 41 vuosina 1985-1991

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun vuosina 1985, 1990 ja 1991. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	34,1	-0,8	-0,9	+0,6
HLP, kg	63,6	+0,8	+0,5	+0,9
raakavalk., %	12,51	-0,20	+0,09	-0,31

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun vuosina 1987 ja 1988. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
Ca, g/kg	8,42	+0,05	+0,57	+1,23
K, g/kg	32,08	-0,15	-0,47	-0,54
Mg, g/kg	2,24	+0,04	+0,13	+0,28
P, g/kg	3,28	+0,06	+0	+0,05
raakavalk., %	16,50	-0,13	+0,25	+0,38

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1985

	ruokamulta	jankko
pH	5,77	6,18
Ca, mg/l	1130	1020
K, mg/l	130	70
Mg, mg/l	190	270
P, mg/l	11,5	2,3

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1987 ja 1991.

	0	4	8	12
pH	5,68	+0,24	+0,45	+0,53
Ca, mg/l	1160	+140	+310	+410
K, mg/l	140	+0	+0	+0
Mg, mg/l	180	+40	+60	+60
P, mg/l	11,4	+0,9	+1,4	+1,4

LIITE 27A

Keski-Suomen tutkimusasema, Laukaa

Koe n:o 42 vuosina 1984-1989

maalaji	HsS (Lj)	
kalkituspvm	30.5.1984	
kalkkilaji	Dolom.	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Pomo-ohra	Yn 400 kg/ha
1985	Arra-ohra+	Yn 350 kg/ha
	timotei-apila	
1986	Nurmi	PK 600 kg/ha
1987	Nurmi	PK 600 kg/ha
1988	Nurmi	PK 600 kg/ha
1989	Arra-ohra	Yn 400 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	3560	3670	3760	3480
1985	2340	2460	2690	2750
1986	6460	9190	9780	10080
1987	4950	6440	7530	7460
1988	6730	9340	9740	9600
1989	3750	4380	4630	4430
x (vilja)	3220	3500	3690	3550
x (nurmi)	6050	8320	9020	9050

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

Vilja:

1. asteen yhtälö: $y = 3310 + 30x$, $F = 3,0^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 3210 + 110x - 6,7x^2$, $F = 21,6^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 6650 + 242x$, $F = 7,2^{n.s.}$

2. asteen yhtälö: $y = 6090 + 664x - 35,1x^2$, $F = 70,4^{n.s.}$

Sadonlisäys eri kalkitustasoilla, kg/tonni kalkkia

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+72	+60	+28
1. asteen yhtälö	+30	+30	+30
2. asteen yhtälö	+83	+57	+30
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+569	+371	+250
1. asteen yhtälö	+243	+243	+243
2. asteen yhtälö	+523	+383	+242

Keski-Suomen tutkimusasema, Laukaa

Koe n:o 42 vuosina 1984-1989

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun vuosina 1984, 1985 ja 1989. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	39,7	+0,1	+1,3	+1,3
HLP, kg	63,5	+0,2	+0,7	+0,3
raakavalk., %	13,29	+0,25	+0,72	+0,47

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun vuosina 1986, 1987 ja 1988. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
timotei:				
Ca, g/kg	2,32	+0,38	+0,49	+0,60
K, g/kg	26,52	+1,99	+1,34	+1,03
Mg, g/kg	0,89	+0,21	+0,25	+0,26
P, g/kg	2,71	+0,16	+0,15	+0,08
raakavalk., %	10,38	+0,69	+0,50	+0,69
apila:				
Ca, g/kg	13,01	-0,26	+0,16	+0,27
K, g/kg	34,95	-0,66	-2,15	-1,86
Mg, g/kg	2,72	+0,62	+0,82	+0,87
P, g/kg	2,71	+0,14	+0,05	+0,11
raakavalk., %	17,19	+1,25	+1,56	+1,50

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	4,97	4,95
Ca, mg/l	660	610
K, mg/l	90	80
Mg, mg/l	50	50
P, mg/l	6,2	6,0

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1985, 1986, 1987, 1988 ja 1989.

	0	4	8	12
pH	5,05	+0,25	+0,39	+0,57
Ca, mg/l	650	+140	+280	+450
K, mg/l	80	-20	-20	-10
Mg, mg/l	50	+50	+80	+110
P, mg/l	6,7	-0,5	-0,6	-0,8

Karjalan tutkimusasema, Tohmajärvi

Koe n:o 43 vuosina 1984-1989

maalaji	LCT	
kalkituspvm	11.5.1984	
kalkkilaji	Dolom. 1	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Arra-ohra	Yn 350 kg/ha
1985	Arra-ohra	Yn 350 kg/ha
1986	Arra-ohra +	Yn 350 kg/ha
	timotei-apila (Tammisto+Bjursele)	
1987	Nurmi	Yb 300 kg/ha
1988	Nurmi	Yb 300 kg/ha
1989	Arra-ohra	Yn 330 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	2430	1970	1840	3080
1985	1930	1860	1740	2130
1986	2210	2500	2780	2790
1987	6630	6580	6860	6950
1988	9830	10280	10130	9890
1989	4490	4040	4640	4500
x (vilja)	2770	2590	2750	3130
x (nurmi)	8230	8430	8500	8420

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä**Vilja:**1. asteen yhtälö: $y = 2620 + 31x$, $F = 2,0^{n.s.}$ 2. asteen yhtälö: $y = 2760 - 72x + 8,6x^2$, $F = 119,7^{n.s.}$ **Nurmi:**1. asteen yhtälö: $y = 8300 + 16x$, $F = 2,1^{n.s.}$ 2. asteen yhtälö: $y = 8230 + 67x - 4,3x^2$, $F = 15627^{**}$ **Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia**

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	-45	-3	+30
1. asteen yhtälö	+31	+31	+31
2. asteen yhtälö	-38	-3	+31
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	+50	+34	+16
1. asteen yhtälö	+16	+16	+16
2. asteen yhtälö	+50	+33	+16

Karjalan tutkimusasema, Toholampi

Koe n:o 43 vuosina 1984-1989

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun vuosina 1984, 1985, 1986 ja 1989. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	33,0	-0,2	-0,1	+0,3
HLP, kg	57,6	-0,6	-0,6	+0,2
raakavalk., %	13,74	+0,53	+0,03	-0,29

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun vuosina 1987 ja 1988. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

	0	4	8	12
Ca, g/kg	3,57	-0,16	+0,11	+0,62
K, g/kg	20,82	+0,22	-0,02	+0,42
Mg, g/kg	1,16	+0	+0,13	+0,21
P, g/kg	2,97	-0,11	+0	-0,01
raakavalk., %	11,75	-0,37	-0,06	+0,13

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

	ruokamulta	jankko
pH	4,98	5,19
Ca, mg/l	1830	2530
K, mg/l	70	50
Mg, mg/l	70	140
P, mg/l	6,6	2,4

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1986 ja 1989.

	0	4	8	12
pH	5,00	+0,05	+0,21	+0,33
Ca, mg/l	2530	+80	+390	+520
K, mg/l	70	+0	-10	+0
Mg, mg/l	100	+40	+90	+110
P, mg/l	6,8	+0,6	-0,6	-0,3

Kainuun tutkimusasema, Vaala

Koe n:o 44 vuosina 1984-1987

maalaji	Ct	
kalkituspvm	17.5.1984	
kalkkilaji	Dolom. 1	
kalkkimäärät	4, 8 ja 12 t/ha	
viljelykasvi ja lannoitus:		
1984	Agnetä-ohra	Yn 190 kg/ha
1985	Agnetä-ohra+	Yn 190 kg/ha
	timotei-apila (Tammisto+Venla)	
1986	Nurmi	Yn 190 kg/ha+
		PK 600 kg/ha
1987	Nurmi	PK 600 kg/ha

Sato eri kalkitustasoilla, kg/ha

	0	4	8	12
1984	3090	3950	4070	4100
1985	4240	3370	4200	3050
1986	5920	4960	5760	5390
1987	4980	4540	5200	4210
x (vilja)	3670	3660	4140	3580
x (nurmi)	5450	4750	5480	4800

Sadon riippuvuus kalkkimäärästä

Vilja:

1. asteen yhtälö: $y = 3730 + 5x$, $F = 0,0^{n.s.}$ 2. asteen yhtälö: $y = 3590 + 109x - 8,7x^2$, $F = 0,3^{n.s.}$

Nurmi:

1. asteen yhtälö: $y = 5300 - 31x$, $F = 0,4^{n.s.}$ 2. asteen yhtälö: $y = 5310 - 34x + 0,3x^2$, $F = 0,1^{n.s.}$ **Sadonlisäys eri kalkkimäärillä, kg/tonni kalkkia**

	4	8	12
Vilja:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	-3	+59	-8
1. asteen yhtälö	+5	+5	+5
2. asteen yhtälö	+75	+40	+5
Nurmi:			
alkuperäisistä			
satotuloksista	-18	+4	-54
1. asteen yhtälö	-31	-31	-31
2. asteen yhtälö	-33	-32	-31

Kainuun tutkimusasema, Vaala

Koe n:o 44 vuosina 1984-1987

Kalkituksen vaikutus viljasadon laatuun vuosina 1984 ja 1985. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos

	0	4	8	12
1000 s.p., g	31,2	-1,8	-1,2	-1,5
HLP, kg	61,1	-1,3	+0,4	-0,4
raakavalk., %	12,46	-0,24	-0,82	-0,32

Kalkituksen vaikutus nurmisadon laatuun vuosina 1986 ja 1987. Kalkitsemattoman koejäsenen luvut ja kalkituksen aiheuttama muutos.

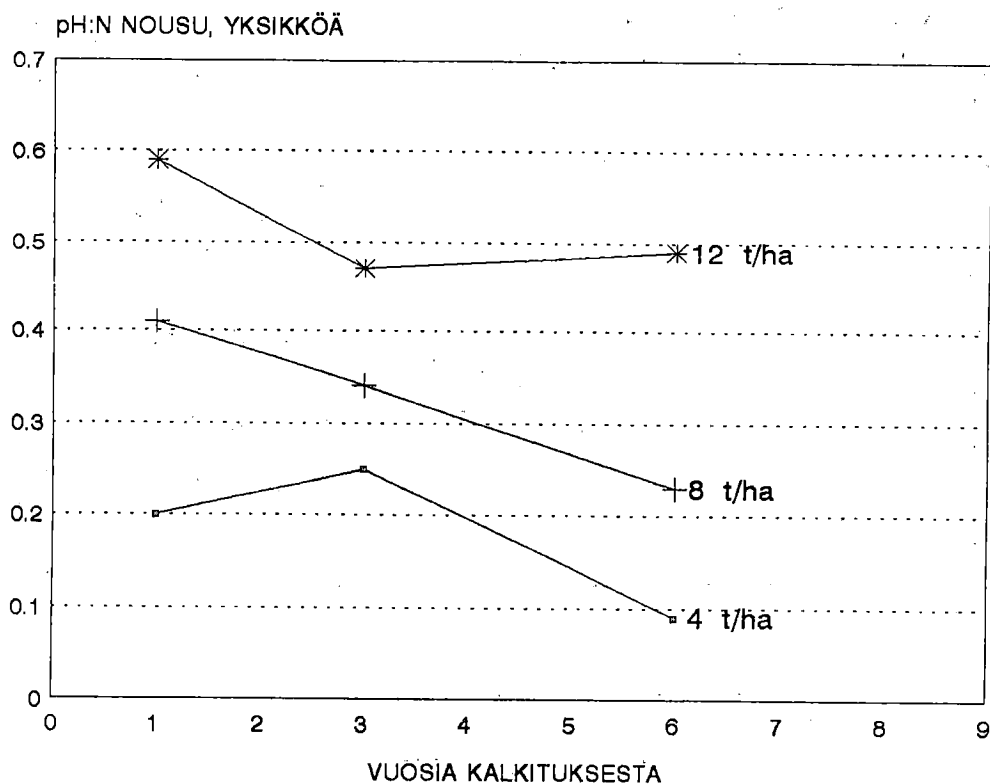
	0	4	8	12
Ca, g/kg	6,13	-1,01	+0,35	-0,93
K, g/kg	21,17	+1,02	+0,13	-0,03
Mg, g/kg	2,62	-0,38	+0,11	-0,42
P, g/kg	3,53	-0,02	+0,14	-0,06
raakavalk., %	13,50	-0,81	+0,31	-1,12

Viljavuus ennen kalkitusta vuonna 1984

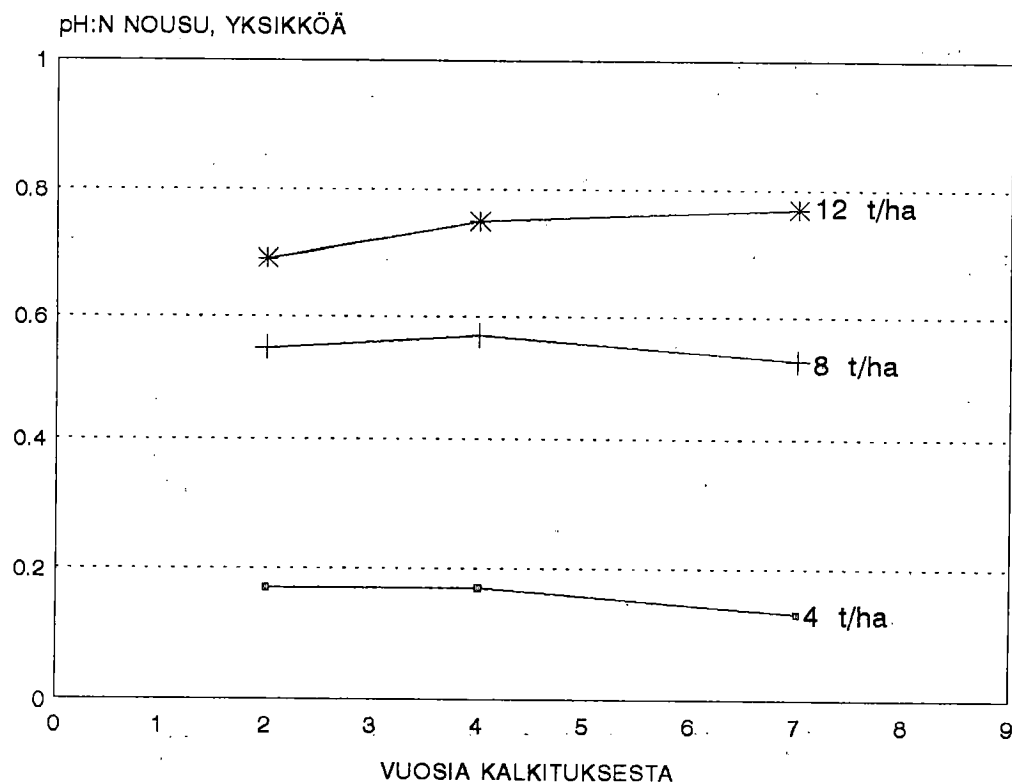
	ruokamulta	jankko
pH	4,57	4,21
Ca, mg/l	750	660
K, mg/l	20	10
Mg, mg/l	90	70
P, mg/l	7,1	3,0

Kalkituksen vaikutus maan viljavuuteen (ruokamulta). Kalkitsemattoman koejäsenen keskiarvo ja kalkituksen aiheuttama keskimääräinen muutos vuosina 1986 ja 1987.

	0	4	8	12
pH	5,28	-0,27	+0,03	-0,19
Ca, mg/l	1160	-180	-70	-130
K, mg/l	30	+10	+10	+10
Mg, mg/l	270	-90	-20	-70
P, mg/l	10,2	+0,9	+1,9	+0,1

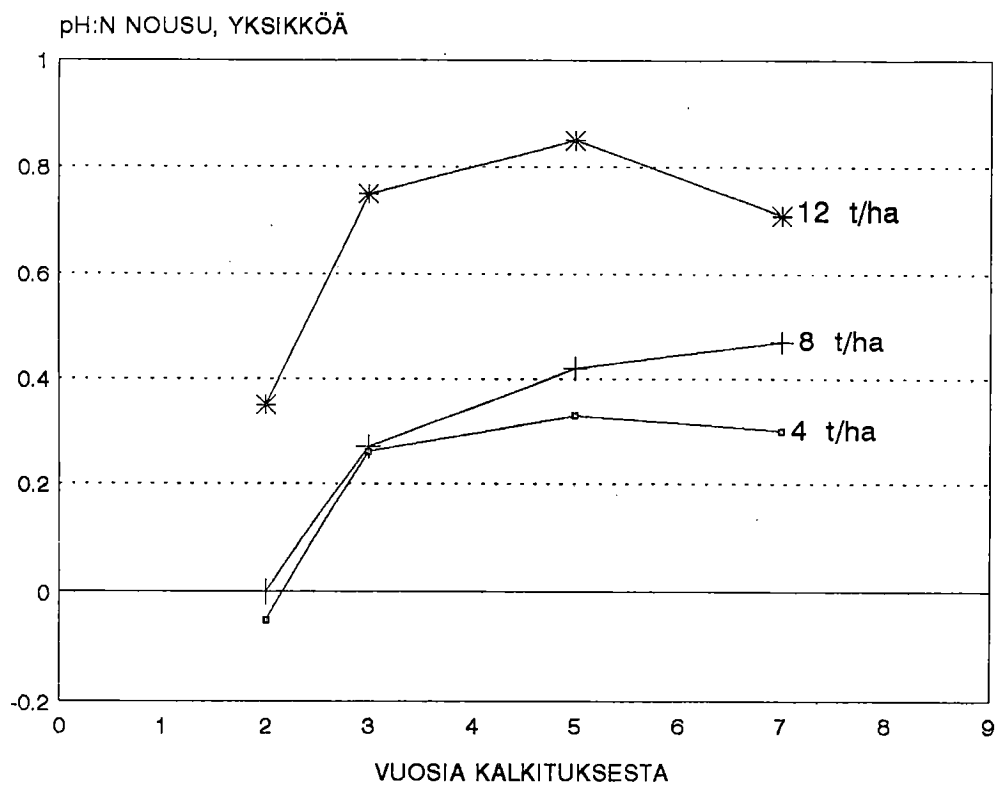


Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Lounais-Suomen tutkimusasema, aitosavi. Maan pH ennen kalkitusta 5,80.

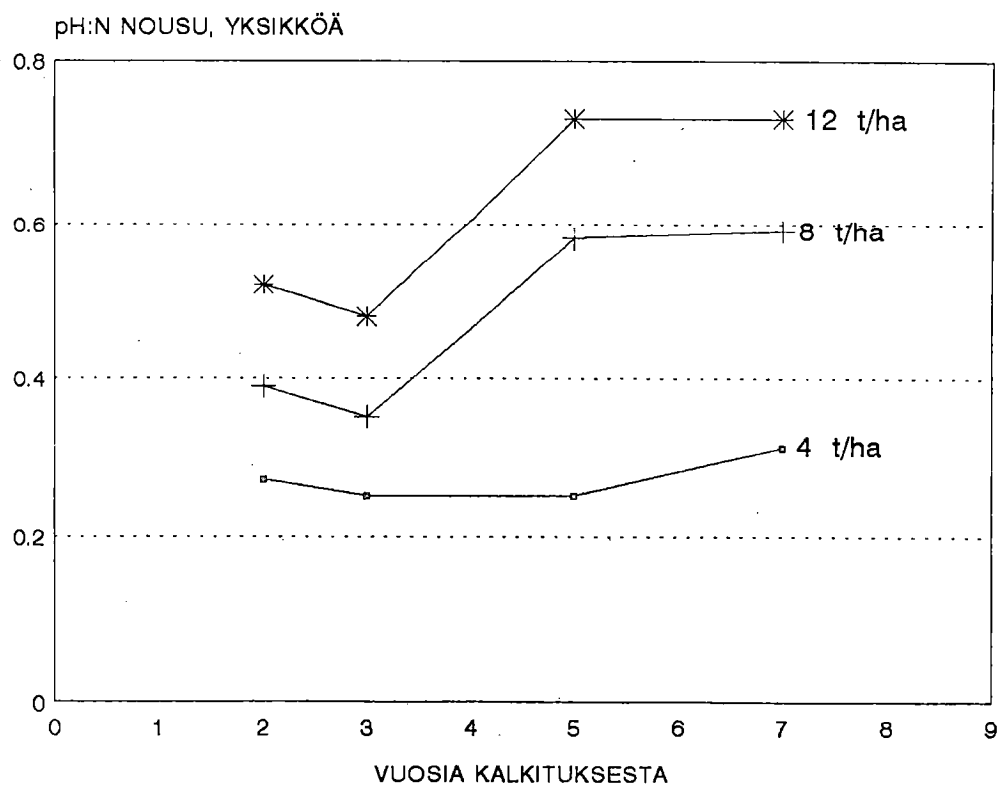


Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Lounais-Suomen tutkimusasema, liejusavi. Maan pH ennen kalkitusta 5,27.

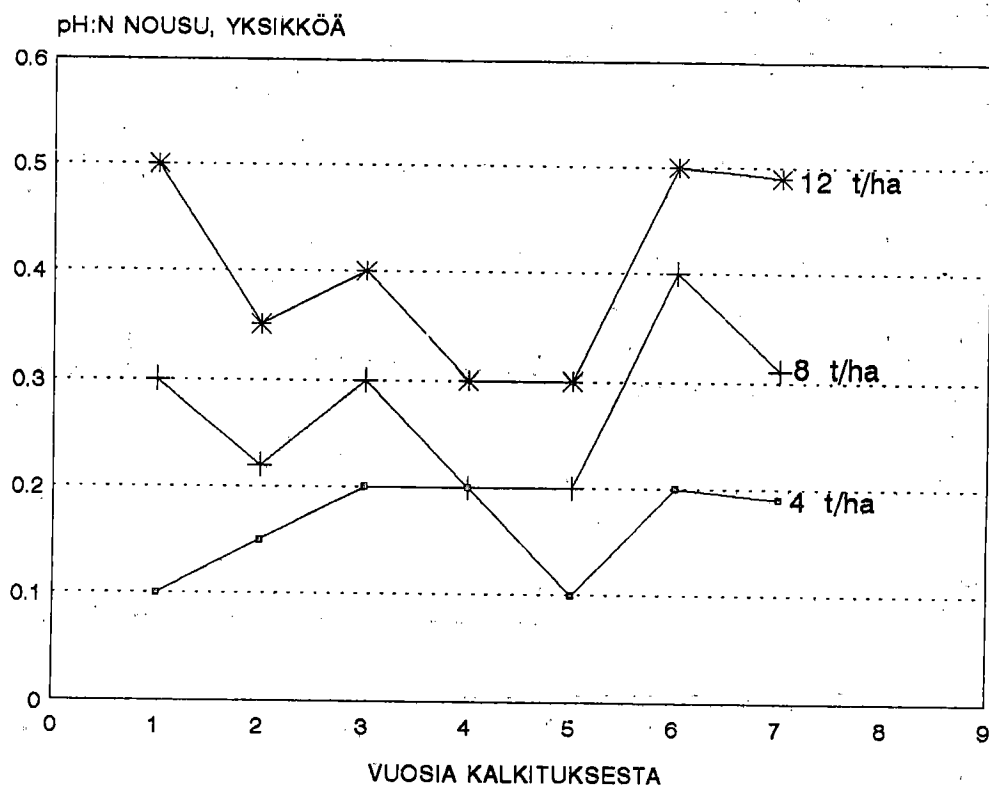
KUVALIITE 2



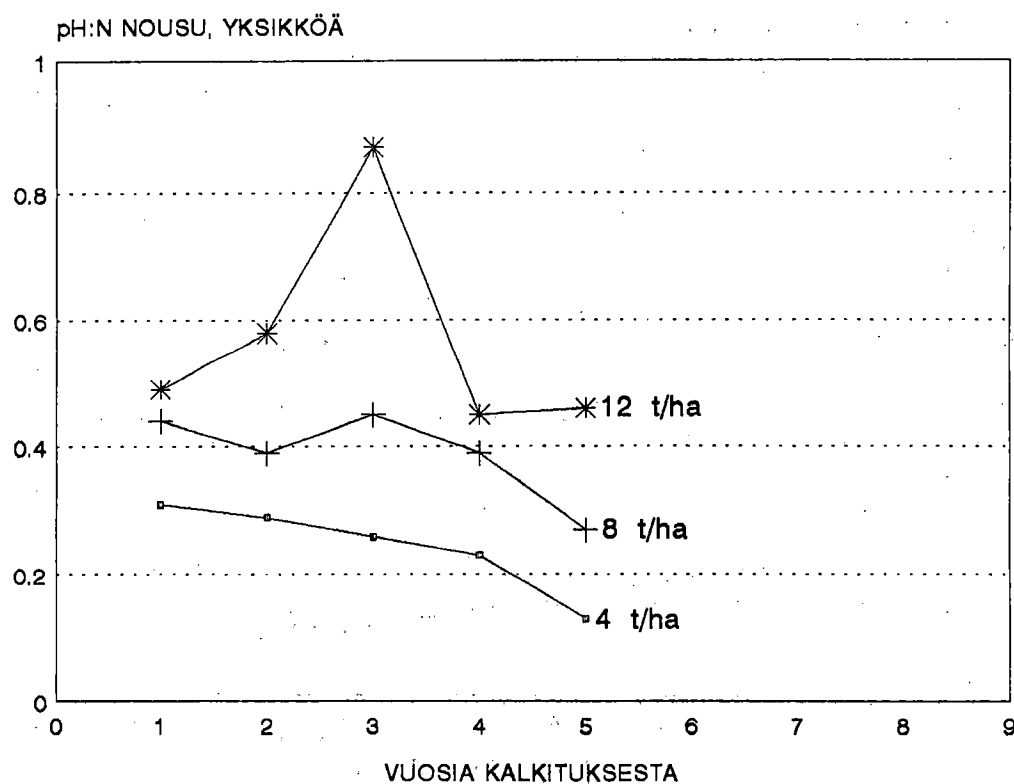
Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Sata-Hämeen tutkimusasema, hiesusavi. Maan pH ennen kalkitusta 5,92.



Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Sata-Hämeen tutkimusasema, hiesusavi. Maan pH ennen kalkitusta 5,36.

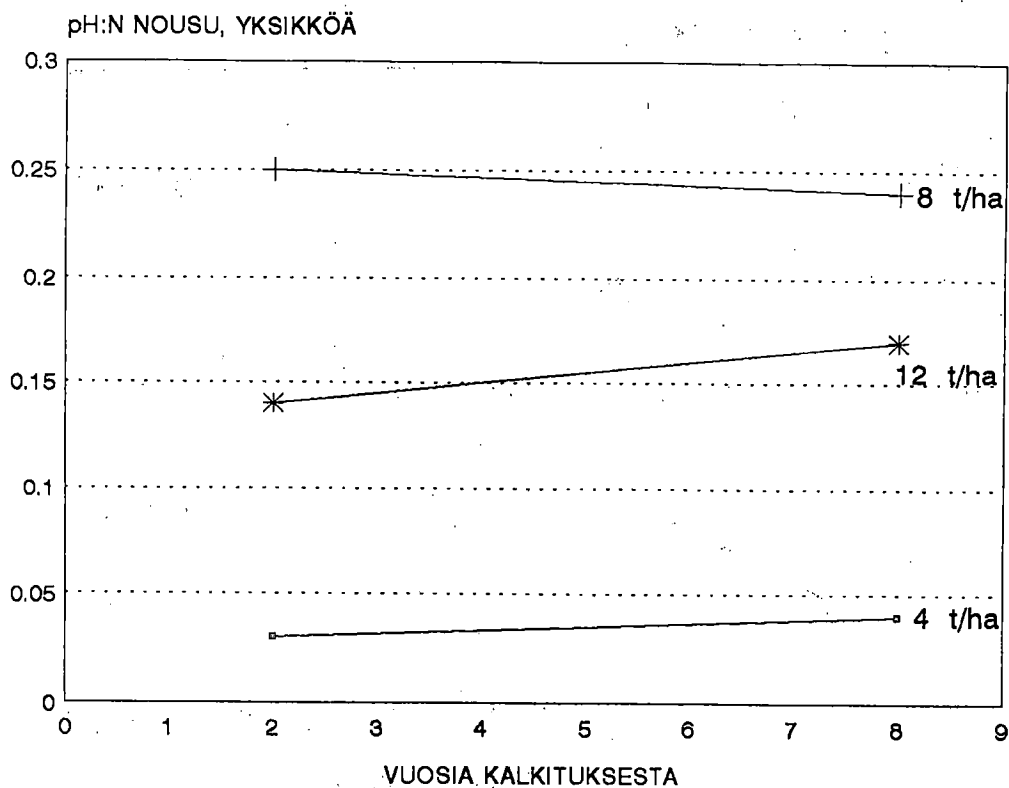


Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, hiesusavi. Maan pH ennen kalkitusta 5,20.

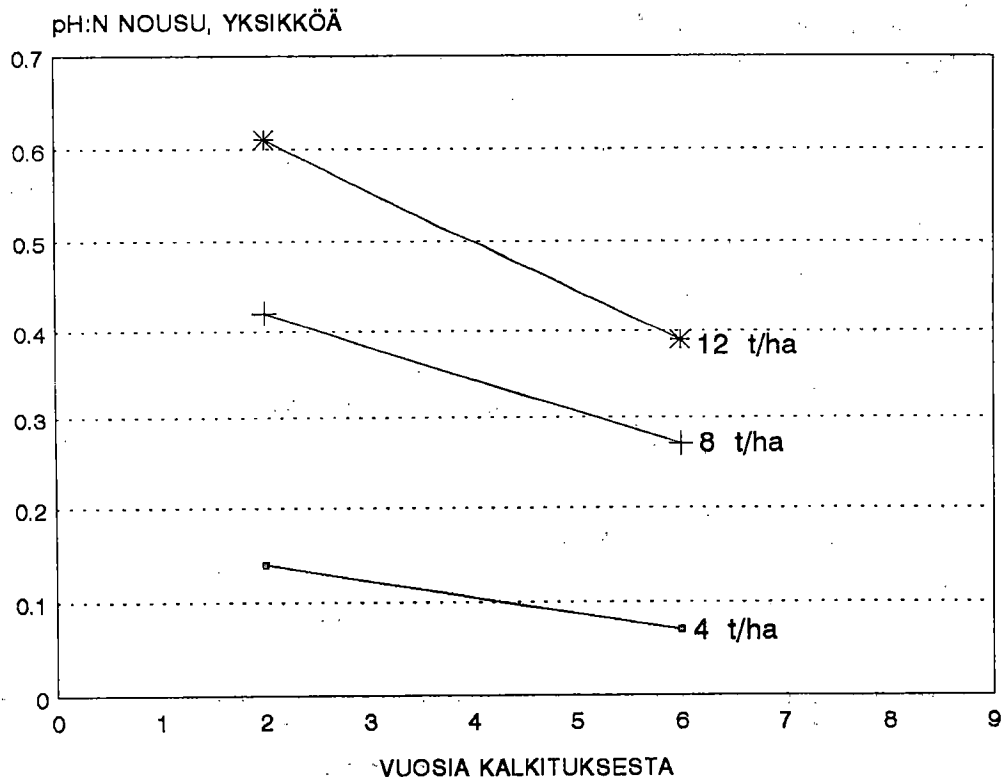


Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen Keski-Suomen tutkimusasema, hiesusavi. Maan pH ennen kalkitusta 4,97.

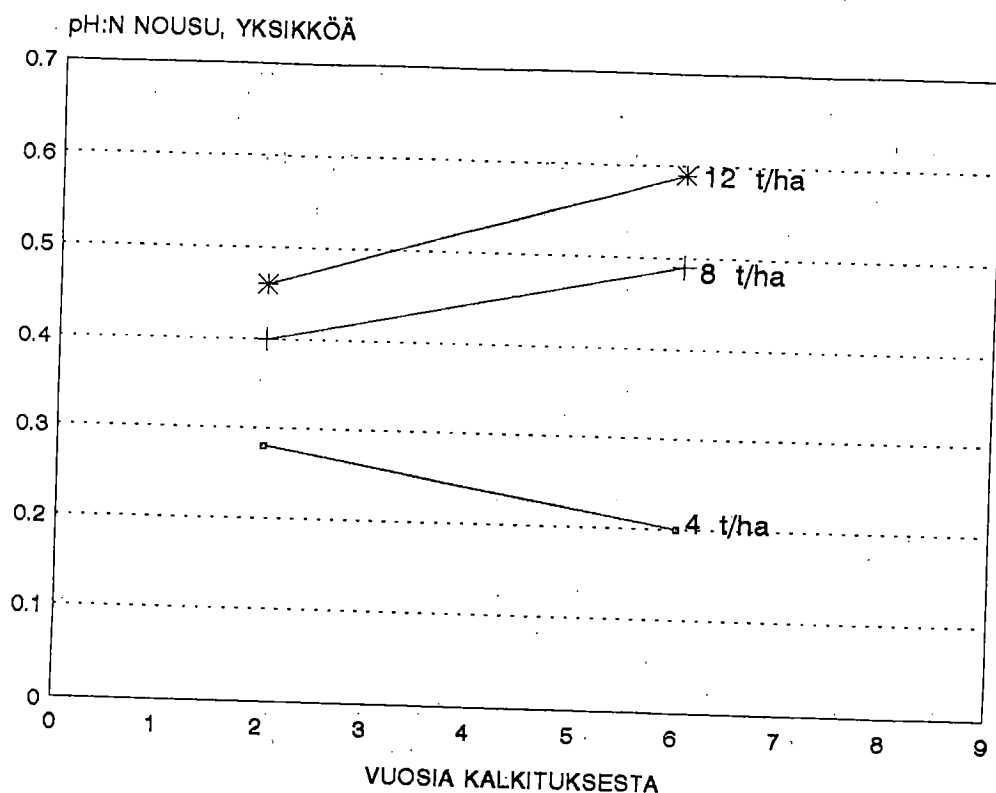
KUVALIITE 4



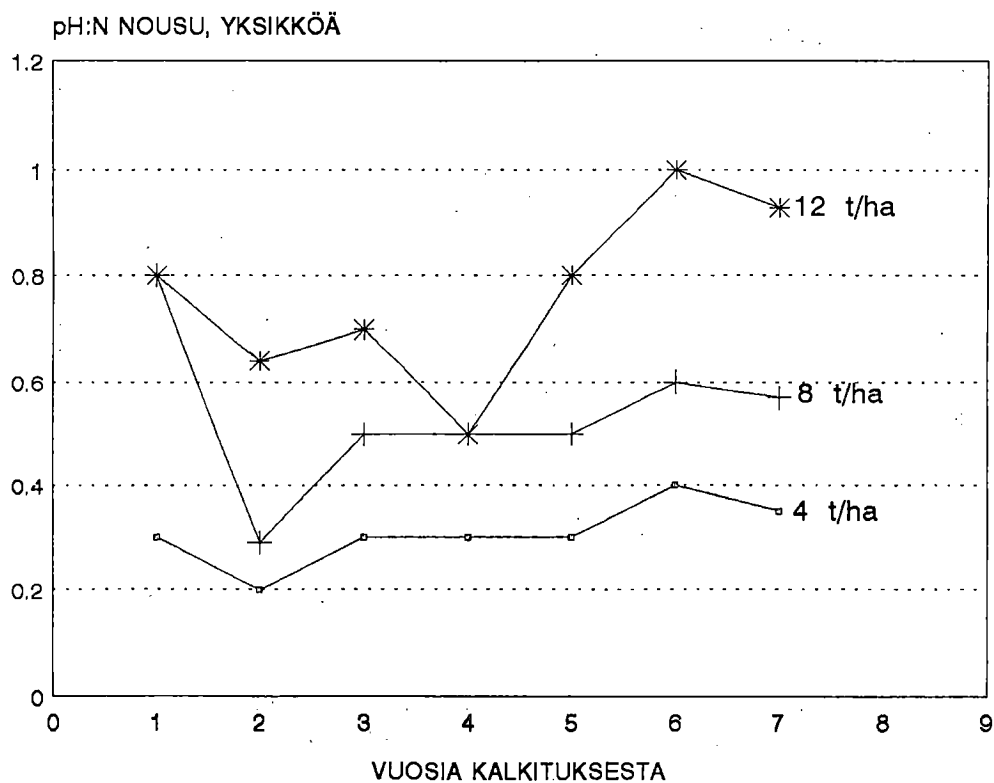
Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Kymenlaakson tutkimusasema, hiesusavi. Maan pH ennen kalkitusta 6,64.



Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Hämeen tutkimusasema, hietasavi. Maan pH ennen kalkitusta 5,47.

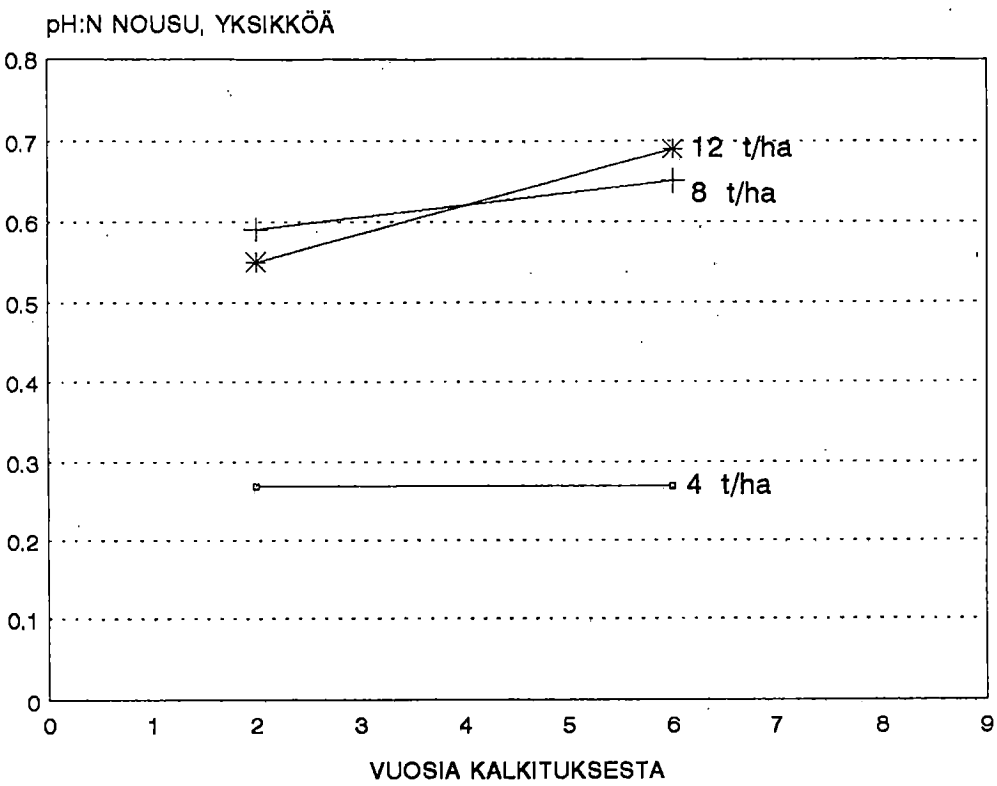


Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Pohjois-Savon tutkimusasema, hietasavi. Maan pH ennen kalkitusta 5,77.

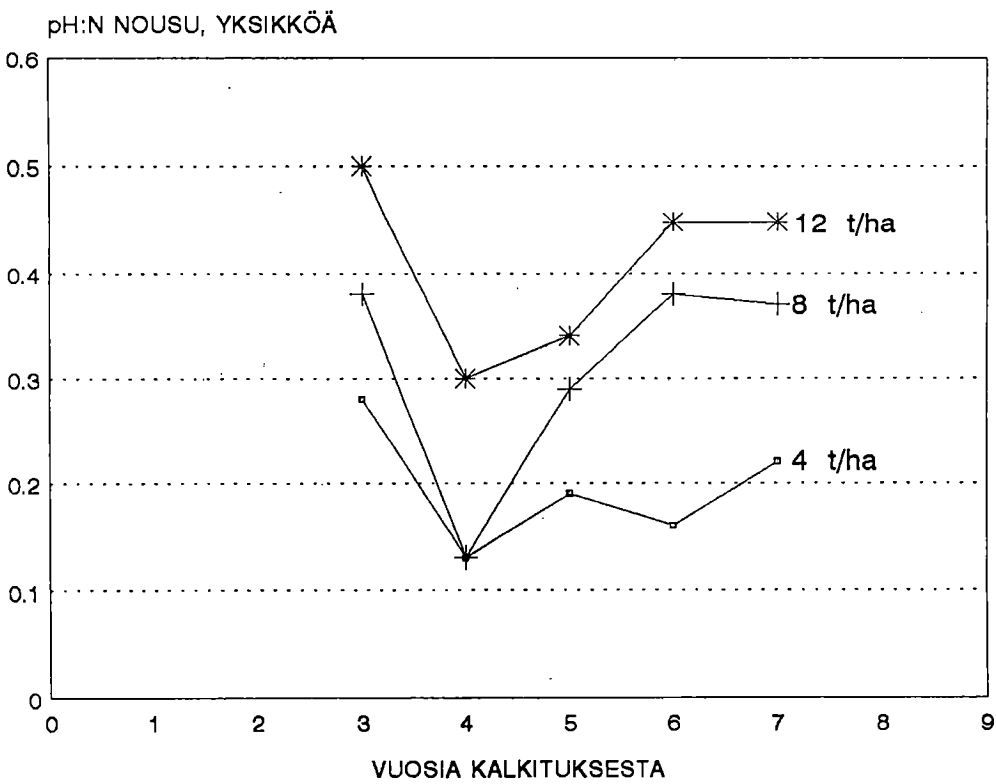


Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, hieno hietä. Maan pH ennen kalkitusta 4,48.

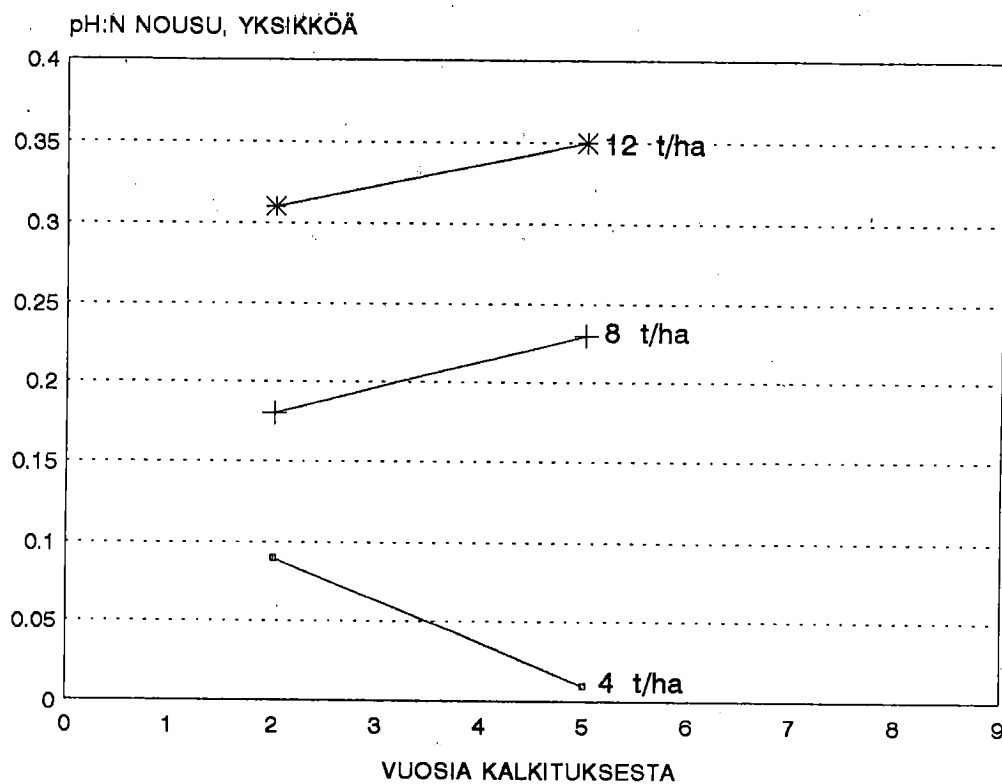
KUVALIITE 6



Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Hämeen tutkimusasema, hieno hietä. Maan pH ennen kalkitusta 5,29.



Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema, saraturve. Maan pH ennen kalkitusta 5,07.



Kalkituksen vaikutus maan happamuuteen. Karjalan tutkimusasema, saraturve. Maan pH ennen kalkitusta 4,98.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–86 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kulumisen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. P. 1–30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. P. 31–42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia 1981–1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1979–1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. P. 1–66.
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. P. 67–134.
9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984–1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.
11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. P. 1–8.
Domestic Varieties. P. 9–17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. P. 1–17.
TUOVINEN, T. Pihlajanmarjakoin ennustemenetelmä. P. 18–32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyvalvonta. P. 1–27.
PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljelykasveihin. P. 28–62.

Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja tuotantoon. 109 p.

15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981–1984. 29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turvemaiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astiakokeessa. P. 1–17.
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoituksella saatuihin kauran satotuloksiin. P. 18–37.
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenravinnepitoisuuksiin. P. 38–47.
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri kuparimäärillä saadut tulokset. P. 48–62.
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. P. 63–68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen viljelylajike. P. 1–8.
 HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. P. 9–21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S.-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahinkojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympärys Rhizobium-bakteerilla. *Inoculation of red clover by Rhizobium strain*. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. *Comparison of forages in the feeding of growing ayrshire bulls*. P. 1–40.
 ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuriset väkirehuannokset kasvavien ayrshiresonnien olkiruokinnassa. *Different levels of concentrate supply in straw-based feeding of growing ayrshire bulls*. P. 41–66.
 ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo säilörehun valmistuksessa. *Benzoic acid as silage preservative*. P. 67–86.
22. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savi- maasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983–1986. 32 p. + 2 liitettä.
23. PIETOLA, L. & ELONEN, P. Peltokasvien sadetus normaalia kosteampina kasvukausina 1980–85. 76 p.
24. PIETOLA, L. Maan mekaaninen vastus kasvutekijänä. 94 p. + 3 liitettä.

1988

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1987. 83 p.
2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. *Phenological study on the trees, bushes and arable peat land*. 120 p. + 5 liitettä.
3. RINNE, S.-L., HIIVOLA, S.-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p.

4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. P. 1–15.
 — Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. P. 16–18.
 — Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. P. 19–23.
 — Kevätiljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. P. 24–31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasviperaäisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä. *Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink.* P. 1–13.
 KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. *Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåråv. Digestibility of different grains in mink and blue fox.* P. 14–23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.
7. SIMOJOKI, P. Lupiinin viljelytekniikka. P. 3–22, 2 liitettä.
 EKLUND, E. & SIMOJOKI, P. Yksivuotisen lupiinin nystyräbakteerien eristäminen ja valikoitujen siirroskantojen testaus kenttäolosuhteissa. P. 23–34.
 ANISZEWSKI, T. Kylvöajan vaikutus lupiinin (*Lupinus angustifolius* L.) siemensatoon Keski- ja Pohjois-Suomessa. P. 35–54.
 ANISZEWSKI, T. Lupiinin siementuotanto Keski- ja Pohjois-Suomessa. P. 55–90.
8. HÄMÄLÄINEN, I. & ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys, Jyväskylä. 39 p. + 14 liitettä.
9. ERVIÖ, R. & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.
10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 6 taulukkoa.
11. TAKALA, M., TAHVONEN, R. & VUORINEN, M. Väkilannoitus ja “biologiset” viljelymenetelmät perunan, porkkanan ja punajuurikkaan viljelyssä. 36 p.
12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980–1987. 138 p. + 1 liite.
13. LUNDEN, K. & SÄKÖ, J. Koristepuiden ja -pensaiden talvehtiminen. Talvi 1986/87. 86 p. + 4 liitettä.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986–87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljojen siemenen orastumiskokeet. P. 1–17.
 RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhykejakoehdotus. P. 18–31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätiljojen ja -öljykasvien kylvöaika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. P. 1–15.
 JUNNILA, S. Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. P. 16–24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan lietelannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.

20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan vertailu vasikka- ja hie-
hokaudella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.
21. PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLJÄRVI, J., TALVITIE, H., VIRRI, K. &
VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljojen satoon ja laatuun: kuuden koe-
vuoden tulokset. *Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality of cereals: re-
sults after six years.* P. 1–61.
PITKÄNEN, J. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan vil-
javuuteen. *Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemical properties of
soil.* P. 62–167.
22. KÄNKÄNEN, H. & KONTTURI, M. Kylvötiheyden vaikutus lehtityypiltään erilaisten hernei-
den sadon muodostumiseen. 69 p.

1989

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 23 p.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallis-
ten lajikekokeiden tuloksia 1981–1988. 147 p. + 8 liitettä.
3. VUORINEN, M. Turvemaan kaliumlannoitus. 17 p.
4. TAKALA, M. Saderiskien ja korjuutappioiden vähentämismahdollisuuksista heinäkorjuussa.
21 p. + 12 liitettä.
5. HAKKOLA, H., PULLI, S. & HEIKKILÄ, R. Nurmikasvien siemenseoskokeiden tuloksia. 57 p.
6. HAKKOLA, H. & LUOMA, S. Perunan viljelykokeiden tuloksia 1981–88. 25 p.
7. AFLATUNI, A. & LUOMA, S. Avomaan vihannesten lajikekokeiden tuloksia 1986–88. 36 p.
8. HÄRKÖNEN, M. & MUSTALAHTI, A. Perennojen menestyminen ja kukinta-ajat Pohjois-Suo-
messä 1979–85. 20 p. + 2 liitettä.
9. RUOTSALAINEN, S. Marjakasvien tervetaimituotanto ja sen merkitys Suomessa. 57 p.
10. UUSI-KÄMPPI, J. Vesistöjen suojaaminen rantapeltojen valumilta. 66 p.
11. Öljykasvien viljelyn edistäminen. Yhteistutkimuksen tuloksia vuosilta 1985–1988. 95 p. Toi-
mittanut KATRI PAHKALA.
12. JUHANOJA, S. Juurrutushormonien käyttö vesiviikunan *Ficus pumila* L. pistokkaiden juurru-
tuksessa. P. 2–6.
JUHANOJA, S. & PESSALA, T. Vuodenajan vaikutus viherkasvien pistokkaiden juurtumiseen
ja taimien jatkokasvatusaikaan. P. 7–22.
JUHANOJA, S. Amppeilikasvien viljelyaikatauluja. P. 23–34.
PESSALA, T. Sulkasaniaisen lisäys. P. 35–38.
14. JOKI-TOKOLA, E. Väkiheinä ja säilörehut lihanautojen ruokintakokeissa. 46 p.

15. MÄKELÄ, K. Kesäkukkien kauppasiemenen laatu. 15 p. + 10 liitettä.
16. KÄNKÄNEN, H., HIIVOLA, S.-L. & HEIKKILÄ, R. Kalkitusajankohdan vaikutus kalkituksen tehoon. 38 p. + 1 liite.
17. ROUVINEN, K. & NIEMELÄ, P. Plasmasytoosi heikentää pentutulosta ja pentujen varhaiskehitystä minkillä. *Plasmacytosis försämrar avelsresultatet och valparnas tidiga tillväxt hos mink. Plasmacytosis impairs breeding result and early kit growth in the mink.* P. 1–17.
ROUVINEN, K. Erilaisten rasvojen sulavuus minkin ja siniketun pennuilla — emulgaattorien vaikutus. *Fettsmältbarhet hos mink- och blårävsvalpar — inverkan av emulgerande ämnen. Digestibility of different fats in mink and blue fox kits — influence of emulsifying agents.* P. 18–37.
18. JOKINEN, R. Fosforin saostukseen käytettävien kemikaalien vaikutusjätevesilietteiden ominaisuuksiin sekä käyttöarvoon lannoitteena ja maanparannusaineena. 54 p.
19. JÄRVI, A. Typpilannoitus ja kasvuston CCC-käsittely timotein siemennurmilla. P. 1–24.
JÄRVI, A. Timotein siemennurmen typpilannoitus, riviväli ja siemenmäärä. P. 26–48.
JÄRVI, A. Alkuperältään erilaiset timoteilajikkeet siementuotannossa. P. 50–52.
20. URVAS, L. & TARES, T. Maanäytteiden ottoaika ja viljavuusluvut. 17 p.
21. SAASTAMOINEN, M. & PÄRSSINEN, P. Yty-kaura. 29 p. + 2 liitettä.
22. RAVANTTI, S. Juliska-punanata. 51 p. + 1 liite.
23. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikassäilörehu ohran korvaajana kasvavien ay-sonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. P. 2–43.
TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Naattinauriin juurisäilörehu ohran korvaajana kasvavien ay-sonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. P. 44–66.

1990

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 40 p.
2. MARKKULA, M., TIITTANEN, K. & VASARAINEN, A. Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa 1953–1987. 58 p.
3. KUMPULA, R. Mikrolisätyn mansikan emotaimiklooneissa esiintyvä muuntelu. 61 p. + 2 liitettä.
4. MELA, T., KÄNKÄNEN, H. & ILOLA, A. Heikkoitoisen kevätiljan arvo kylvösiemenenä. 28 p. + 20 liitettä.
5. SALO, Y. & PIETILÄ, E. Laari-kevätehnä. 32 p. + 2 liitettä.
6. RIEPPONEN, L., RINNE, S.-L., HIIVOLA, S.-L., SIMOJOKI, P., SIPPOLA, J. & TALVITIE, H. Oma-varaisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuusvertailu. 38 p. + 8 liitettä.
7. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1982–1989. 129 p. + 2 liitettä.

8. URVAS, L. Sinkkisulfaatti timotein lannoitteena. P. 1–11.
— Sinkkisulfaatti ja kelaatit sinkkilannoitteina. P. 12–18.
9. KOIKKALAINEN, K., HUHTA, H., VIRKAJÄRVI, P. & HEIKKILÄ, R. Pitkääikäisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. 59 p.
10. AURA, E. Salaojien toimivuus savimaassa. 93 p.
11. UOSUKAINEN, M. Tervetaimiasemalla tuotannossa olevat ja lajikekokeita varten lisätyt luumulajikkeet. P. 1–29.
UUSITALO, M. Luumujen ja kirsikan virustaudit. P. 31–42.
12. JUHANOJA, S. Kesäkukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. P. 1–24
JUHANOJA, S. Morsiusharson kaksivuotinen lasinalaisviljely. P. 25–32.
JUHANOJA, S. Pikkusipulikukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. P. 33–37.

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983–1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätropsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmiöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S.-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyys. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.

14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvualustalla. 51 p., 5 liitettä.
17. HÄRKÖNEN, E., NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Englanninraiheinä nurmikon perustamisessa Suomessa. 26 p. + 1 liite.
18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L.-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kai-nuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p.
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfiointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seuranasta vuosina 1970–90. 116 p.

1992

1. HÄKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuorerehukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.

6. MÄKELÄ-KURTTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984–1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.
11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. Hiehoikasvatuskokeiden tuloksia.
SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyshiehot. P. 4–23.
KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieholehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.
KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.
Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. LAPINLAHTI. 13 p. + 2 liitettä.
14. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91. 57 p. + 1 liite.
KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus vasikoilla. P. 21–40.
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.
Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSILÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuista. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.
3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. RINNE, S-L., SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.
5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu–vilja- ja heinä–vilja–urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.–6. lypsykausina. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets. Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th–6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvin-tuotannon osaraportti esitutkimukseen "Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautuvalla peltoalalla." *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled "Energy production in the areas released from food production."* 38 p.
9. GALAMBOSI, B., KEMPPAINEN, R., SIKKILÄ, J. & TALVITIE, H. Maustekasvien merkitys mehiläisille. (*Summary: The significance of culinary herbs to bees.*) 62 p. + 9 liitettä.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*Summary; Sammanfattning.*) 34 p. + 3 liitettä.
11. ARONEN, I., LAMPILA, M. & HEPOLA, H. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. (*English summary.*) 24 p.
12. SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotisen karitsoinnin merkitys lihan-tuotantoon ja kannattavuuteen. *Effect of out-of-season lambing on meat production and profitability.* 52 p. + 3 liitettä.
 SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotinen karitsointi ja lihantuotanto. P. 7–43.
 SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Tiheän ja normaalin karitsoinnin vertailu. P. 44–52.

13. SIMOJOKI, P. Selluloosatehtaan jätelietteen lannoitusvaikutus. (*Summary: Fertilizer effect of sludge from a sulphate and paper mill.*) 17 p. + 2 liitettä.
14. **Omavaraisen viljelyn kannattavuuslaskelmia.** 33 p. + 4 liitettä.
MÄKINEN-HANKAMÄKI, S. Laskelmia omavaraisten viljelymenetelmien kannattavuudesta. (*Summary: Calculations on the profitability of self-sufficient cultivation methods.*) P. 7–23.
RIEPPONEN, L. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuuden vertailu. (*Summary: Comparison of the profitability of self-sufficient and conventional cultivation methods.*) P. 25–33.
15. KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A. & ELONEN, P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. (*Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.*) 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvaliitettä.

JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Kirjasto

31600 JOKIOINEN

puh. (916) 1881, telekopio (916) 188 339

HINTA: 50 mk